

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
имени Н.М. Тулайкова»

На правах рукописи

Горянин Олег Иванович

**АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР
НА ЧЕРНОЗЁМЕ ОБЫКНОВЕННОМ СРЕДНЕГО ЗАВОЛЖЬЯ**

Специальность: 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Диссертация на соискание учёной степени
доктора сельскохозяйственных наук

Безенчук – 2015

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	15
ГЛАВА 2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	34
2.1. Характеристика почв	34
2.2. Погодные условия в годы исследований.....	37
2.3. Методика и агротехника проведения опытов.....	46
ГЛАВА 3. ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ПРОДУКТИВНОСТИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В СРЕДНЕМ ЗАВОЛЖЬЕ	59
3.1. Тенденции изменения климата за последние 110 лет.....	59
3.2. Влияние климатических условий на продуктивность полевых культур в зернопаропропашном севообороте.....	72
3.3. Влияние климатических условий на урожайность зерновых культур при современных технологических системах обработки почвы и посева.....	78
ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО, ЗАСОРЁННОСТЬ ПОСЕВОВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОПАРОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА	87
4.1. Плотность и водный режим почвы.....	87
4.2. Питательный режим почвы.....	98
4.3. Засорённость посевов.....	106
4.4. Урожайность и энергетическая эффективность.....	113
ГЛАВА 5. ВЫЯВЛЕНИЕ СОРТОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НАИБОЛЕЕ АДАПТИВНЫХ К ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ	

СРЕДНЕГО ЗАВОЛЖЬЯ И СОВРЕМЕННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ	121
5.1. Озимая пшеница.....	122
5.2. Яровая мягкая пшеница.....	141
5.3. Яровой ячмень.....	159
ГЛАВА 6. ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ТЕХНОЛОГИЙ ПОСЕВА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР	175
ГЛАВА 7. ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА НА ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО, ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР	186
7.1. Агрофизические свойства почвы	187
7.2. Водный и питательный режимы почвы.....	213
7.3. Динамика засорённости посевов	260
7.4. Особенности роста и развития растений, элементы структуры урожая.....	271
7.5. Урожайность и качество зерна	285
7.6. Влияние интенсификации агротехнологий на продуктивность полевых культур в современных условиях.....	301
7.7. Параметры агротехнологических комплексов возделывания полевых культур в Среднем Заволжье.....	305
ГЛАВА 8. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В СРЕДНЕМ ЗАВОЛЖЬЕ	316
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	324
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	328
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	330
ПРИЛОЖЕНИЯ	379

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Для продовольственной безопасности Среднего Заволжья важно обеспечить высокоэффективное производство зерна и другой продукции растениеводства. Однако фактически сложившийся уровень урожаев зерновых и пропашных культур не превышает 1,5-2,5 т/га, что составляет 25-40 % от потенциально возможного уровня.

Большой проблемой сельскохозяйственного производства является высокая затратность сложившихся традиционных технологий возделывания полевых культур. Производственные затраты по таким технологиям в настоящее время достигают 15 и более тысяч рублей на гектар.

Не менее важной проблемой является существенное снижение плодородия почвы, прежде всего содержания гумуса, негативно сказывающееся на производстве растениеводческой продукции. По данным областной станции агрохимической службы «Самарская» к 2012 году в Самарской области исчезли тучные черноземы. В сравнении с 1986 годом сократились с 16,1% до 10,9% почвы с повышенным и с 49,7% до 45,6% со средним содержанием гумуса, значительно возросли на 686 тыс. га (9,3%) площади очень слабо и слабогумусированных почв с низким содержанием органического вещества.

Одной из причин снижения эффективности сельскохозяйственного производства стало несоответствие существовавшей структуры посевных площадей с доминированием яровых культур и изменяющихся климатических условий, характеризующихся усилением аридности вегетационного периода, при которой продуктивность яровых падала, а озимых и пропашных культур возрастала.

Определённую роль в снижении сельскохозяйственного производства играла недостаточная адаптивность применяющихся сортов меняющимся экологическим условиям.

Снижение продуктивности сельскохозяйственных культур также было сопряжено с наблюдающимся снижением содержания гумуса в почвах региона,

происходящим в результате его минерализации, вызванной зональной системой обработки почвы с преобладанием оборота пласта и недостаточным внесением органических удобрений.

В немалой степени высокая затратность сельскохозяйственного производства была связана с существовавшей системой машин и орудий, не обеспечивавшей выполнение за один проход нескольких технологических операций, и характеризовавшейся в связи с этим высокими затратами трудовых и материальных ресурсов.

Для решения выше обозначенных проблем актуальным является научное обоснование изменения структуры посевных площадей и диверсификации сельскохозяйственных культур, разработка и внедрение современных технологических комплексов возделывания сельскохозяйственных культур, основанных на минимальных и дифференцированных системах обработки почвы в севооборотах с короткой ротацией (зернопаровые, зернопаропропашные), применении комбинированных почвообрабатывающих орудий и посевных агрегатов, использовании новых сортов и гибридов учитывающих изменение агроклиматических и почвенных условий и оснащенность хозяйств материально-техническими ресурсами, применении эффективных средств защиты посевов от сорняков вредителей и болезней. Сохранение природного потенциала зональных почв требует изучения влияния на почвенные процессы различных способов обработки почвы, посева и пополнения запасов свежего органического вещества (соломы). Это позволит улучшить производство сельскохозяйственной продукции, устранить нарастание процессов деградации почв, сократить материальные и трудовые затраты.

Работа выполнена в ФГБНУ «Самарский НИИСХ», в соответствии с научно-техническими программами:

- «Разработать предложения по эффективному использованию средств интенсификации и почвенно-климатических ресурсов на основании

совершенствования зональных экологически чистых систем земледелия» (проблема 4- отделение растениеводства РАСХН);

- «Разработать и освоить зональные экологически сбалансированные средне - и низкзатратные технологии возделывания зерновых колосовых культур и кукурузы с максимальной биологизацией минерального питания растений, использованием безвредных для окружающей среды ретардантов и средств защиты растений, комплекса высокопроизводительных машин и орудий нового поколения, обеспечивающих получение высоких устойчивых урожаев зерна и улучшение его пищевых и кормовых качеств» (этап 01.09.- растениеводство РАСХН);

- «Разработать новое поколение зональных средне - и низкзатратных экономически и экологически оправданных технологий возделывания зерновых, зернобобовых и крупяных культур для хозяйств разных форм собственности с максимальным использованием многооперационных сельскохозяйственных машин и орудий, безвредных для окружающей среды средств химизации» (этап 08.06. - растениеводство РАСХН);

- «Разработать эффективные высокоточные ресурсосберегающие экономически обоснованные и экологически безопасные технологии возделывания продовольственного и кормового зерна зерновых колосовых культур, кукурузы и сорго, обеспечивающие дифференцированное использование природных, биологических, техногенных и других ресурсов, природоохранность и рентабельность» (этап 04.05.06. – растениеводство РАСХН);

- «Разработать приёмы комплексного использования средств химизации в агротехнологиях различной интенсификации на основе изучения закономерностей действия новых форм удобрений, мелиорантов, физиологически активных веществ и биопрепаратов нового поколения» (этап 02.03.02 – отделение земледелия РАСХН);

- «Теория и принципы разработки и формирования технологий возделывания экономически значимых сельскохозяйственных культур в целях

конструирования высокопродуктивных агрофитоценозов и агроэкосистем» (направление 13 - с.-х. отделение РАН).

Номера государственной регистрации 78039171; 01960.010526; 01.2.00304288; 01.20.001650; 01201179142-01201179144.

Степень разработанности темы. В исследованиях А.А. Жученко (2000; 2012), В.А. Корчагина и др. (2006), Г.И. Казакова (2008), Л.Н. Петровой (2008) Н.А. Зеленского и др. (2012), Г.Р. Дорожко и др. (2013) доказана перспективность широкого применения в современных условиях на чернозёмах в зонах с недостаточным увлажнением современных технологий с почвозащитными экономными системами обработки почвы в сочетании с другими элементами адаптивных систем земледелия.

При этом установлено, что не существует универсальных сортов одинаково пригодных для всех фонов и условий. Поэтому, по мнению Л. Г. Пинчук и др. (2008), В.В. Кошеляева и др. (2012), А.Г. Крючкова (2012), П.Л. Гончарова и др. (2013), А.Н. Кшникаткиной (2013) выявление потенциала продуктивности и норм реакции новых сортов на факторы интенсификации в условиях локального и глобального изменения климата, является важнейшим условием разработки сортовых технологий, совершенствования приемов и способов управления продуктивностью сельскохозяйственных культур.

Кроме того, для условий Среднего Заволжья слабо изученным остаётся вопрос оценки влияния длительного применения технологий нового поколения, сформированных на системной основе, на агрохимические показатели почвенного плодородия, биологические свойства почвы. Крайне ограничены сравнительные данные о влиянии разных систем машин нового поколения отечественного и зарубежного производства на продуктивность культур и эффективность производства.

Цель и задачи исследований. *Цель работы* – повышение эффективности возделывания полевых культур в Среднем Заволжье в условиях изменения климата, основанное на стабилизации продуктивности зональных

севооборотов, снижении деградации чернозёма обыкновенного, уменьшении энерго- и ресурсозатратности земледелия.

Для её достижения ставились следующие задачи:

- анализ изменения климата Среднего Заволжья за последние 110 лет и определение его влияния на продуктивность полевых культур;

- изучение влияния длительного применения различных способов основной обработки почвы на агрофизические, агрохимические свойства чернозёма обыкновенного, засорённость посевов, продуктивность и энергетическую эффективность возделывания культур зернопаропропашного севооборота;

- установление зависимости урожайности культур зернопаропропашного севооборота с агрофизическими, агрохимическими свойствами почвы, засорённостью посевов при разных способах основной обработки почвы;

- выявление наиболее адаптивных сортов озимой и яровой мягкой пшеницы, ярового ячменя и изучение их отзывчивости на улучшение питательного режима;

- разработка современных ресурсо- и энергосберегающих систем обработки почвы и технологий посева культур зернопарового севооборота;

- изучение влияния различных технологических систем обработки почвы и посева в севообороте на агрофизические, агрохимические, биологические свойства, водный режим чернозёма обыкновенного и засорённость посевов;

- выявление взаимосвязи урожайности зерновых культур с агрофизическими, агрохимическими свойствами, водным режимом чернозёма обыкновенного, засорённости посевов и климатическими условиями при разных технологических системах обработки почвы и посева в Среднем Заволжье;

- разработка моделей агроценозов зерновых культур и установление обеспечивающих их параметров агротехнологических комплексов возделывания в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах;

- изучение влияния интенсификации агротехнологий на продуктивность полевых культур;

- экономическая и энергетическая оценка эффективности разработанных ресурсосберегающих агротехнологий возделывания полевых культур.

Научная новизна работы. Впервые установлен характер изменения климата Среднего Заволжья и его влияние на продуктивность полевых культур.

Выявлены особенности влияния длительного применения различных способов основной обработки почвы на процесс уплотнения, потенциальное и эффективное плодородие чернозёма обыкновенного, урожайность культур зернопаропропашного севооборота.

Экспериментально доказана высокая эффективность разработанных технологических систем обработки чернозёма обыкновенного и посева культур зернопарового и зернопаропропашного севооборотов, базирующиеся на комбинированных орудиях и посевных агрегатах, обеспечивающих ресурсо- и энергосбережение.

Определены направления интенсификации агротехнологий основных полевых культур, обеспечивающие повышение их урожайности.

Разработаны модели высокопродуктивных агроценозов зерновых культур и обеспечивающие их параметры агротехнологических комплексов.

Теоретическая и практическая значимость. На основе установленных изменений (трансформаций) метеоусловий в годовом цикле и вегетационном периоде и экспериментального доказательства их существенного и вместе с тем неоднозначного влияния на продуктивность озимых, яровых зерновых и пропашных культур, обоснована необходимость пересмотра структуры посевов в Среднем Заволжье, обеспечивающая увеличение продуктивности зернопаровых и зернопаропропашных севооборотов.

Выявлены зависимости урожайности культур зернопаропропашного севооборота с агрофизическими, агрохимическими свойствами почвы, засорённостью посевов при разных способах основной обработки чернозёма

обыкновенного, технологических системах обработки почвы и посева полевых культур.

Разработаны агротехнологические комплексы возделывания полевых культур на чернозёме обыкновенном в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах, базирующиеся на комбинированных орудиях и посевных агрегатах.

Применение ресурсо- и энергосберегающих технологических систем обработки чернозёма обыкновенного и посева культур зернопарового и зернопаропропашного севооборотов обеспечивает: снижение, по сравнению с традиционной технологией прямых затрат на возделывание зерновых культур – на 20-50%, расхода топлива и затрат труда – в 1,4-2,5 раза, потребности в тракторах и сельскохозяйственных машинах – в 2,5-3 раза; повышение рентабельности производства зерна – на 7-20%; замедление процесса дегумификации и уплотнения почв.

Использование разработанных агротехнологий основных зерновых культур, включающих высокопродуктивные пластичные сорта, обеспечивает повышение урожайности ярового ячменя на 12%, озимой пшеницы на 28 %.

Переход на современные сортовые технологии возделывания ярового ячменя Беркут в ГУП СО «Купинское» Безенчукского района на площади 800 га обеспечил хозяйству увеличение урожайности с 2,42 до 2,82 т/га, валового сбора зерна на 336 тонн, на сумму 1,747 млн. руб. Применение сортовой технологии нового поколения возделывания озимой пшеницы Светоч в ООО «Центр» Безенчукского района на 220 га позволило получить урожайность зерна на уровне – 4,01 т/га, что на 0,88 т/га выше контроля, при экономическом эффекте на сумму 1,1616 млн. руб.

Внедрение современных технологических комплексов возделывания зерновых культур с элементами адаптивной интенсификации и использованием комбинированных посевных машин АУП-18,05 и 18,07 в ООО «КХ Волгарь» Большеглушицкого района на площади 14338 га обеспечило увеличение урожайности зерновых на 0,08 т/га, при годовой экономии прямых затрат по

хозяйству, по сравнению с традиционной технологией, – 10,05-12,06 млн. руб., горючего – 251,3-301,6 т.

Объект и предмет исследований. Объекты исследований – полевые культуры, сорта зерновых культур, чернозем обыкновенный.

Предмет исследований – адаптивные агротехнологии, обеспечивающие повышение эффективности возделывания полевых культур на чернозёме обыкновенном Среднего Заволжья.

Методология и методы исследований. Теория и методология исследований основана на анализе научных трудов отечественных и зарубежных исследователей по изучаемой проблеме.

В работе применялись аналитический, экспериментальный (полевые опыты и лабораторные исследования почвенных и растительных образцов), статистический (математический анализ полученных результатов исследований), экономический и энергетический методы исследований.

Основные положения, выносимые на защиту:

– особенности трансформации метеоусловий Среднего Заволжья в годовом цикле и вегетационном периоде, характеризующиеся повышением температурного режима холодного периода года, усилением засушливости теплого периода, особенно мая месяца, увеличением влагообеспеченности июля месяца, способствующие улучшению условий формирования продуктивности озимых зерновых и пропашных культур и ухудшению яровых, особенно яровой пшеницы;

– превосходство по продуктивности в изменяющихся климатических условиях новых сортов, созданных в последние годы в Самарском НИИСХ: озимой пшеницы Светоч, Бирюза, Малахит, ярового ячменя Беркут, Орлан, Ястреб, яровой мягкой пшеницы Тулайковская 100;

– ресурсосберегающие технологические системы обработки чернозема обыкновенного и посева культур зернопарового и зернопаропропашного севооборотов, базирующиеся на комбинированных орудиях и агрегатах, с минимальной мульчирующей обработкой почвы ОПО-4,25, ОПО-8,5 и прямым

посевом зерновых агрегатом АУП-18.05; глубоким рыхлением ПЧ-4,5 под пропашные и технические культуры и посевом сеялкой Нью Идея, обеспечивающие экономию ГСМ в 1,4-1,8 раза и снижение производственных затрат на 288,9-499,9 руб./га (8,3-14,4%);

– зависимости урожайности культур зернопаропропашного севооборота от агрофизических, агрохимических свойств почвы, засорённости посевов и климатических факторов при разных способах основной обработки почвы и технологических системах обработки чернозема обыкновенного и посева, характеризующиеся наибольшей взаимосвязью с абиотическими факторами в критические фазы развития растений – кущение-колошения (пшеница, яровой ячмень) – кущение-выметывание метёлки (просо, овёс) – от 2-3 до 6-7 листьев (кукуруза);

– модели агроценозов зерновых культур, обеспечивающие при благоприятных погодных условиях урожайность озимой пшеницы – 3,5-4,0 т/га, яровой пшеницы – 2,0-2,5 т/га, ярового ячменя – 3,0-3,5 т/га;

– показатели экономической и энергетической оценки рекомендуемых агротехнологий с различным уровнем интенсивности использования пашни.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались на международных научно-практических семинарах, конференциях: «Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства» (Пенза, 2002) «Модели и технологии оптимизации земледелия» (Курск, 2003); посвящённой 100-летию Самарского НИИСХ (Самара, 2003); «Ресурсосберегающие технологические комплексы возделывания зерновых культур» (Орал, 2006); посвящённой 100-летию академика А.И. Бараева (Орал, 2008); посвящённой 50-летию Актюбинской СХОС (Актобе, 2008); «Проблемы аридизации Юго-Востока Европейской части России» (Саратов, 2009); посвящённой 35-летию образования Белгородского НИИСХ (Белгород, 2010); посвящённой 80-летию со дня рождения д-ра с.-х. наук В.И. Морозова (Ульяновск, 2011); «Инновационные технологии возделывания озимых, яровых зерновых и масличных культур» (Орал, 2012); посвящённой 75-летию

Оренбургского НИИСХ (Оренбург, 2012); «Особенности ведения весенне-летних полевых работ в 2013 году» (Орал, 2013); посвящённой 110-летию Самарского НИИСХ (Самара, 2013); «Озимые – стратегические культуры в условиях засух» (Орал, 2014); «Перспективные и стратегические культуры в условиях засух» (Актобе, 2014); the Y International research and practice conference «Science, Technology and Higher Education» (Westwood, June 20, 2014); «Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия» (Новосибирск, 2015) и др. Заслушивались на Всероссийских научно-практических семинарах, конференциях: «Достижения аграрной науки Урала и пути их реализации в новых условиях производства» (Челябинск, 2004); «Ресурсосберегающие технологии для земледелия и животноводства Владимирского ополья» (Суздаль, 2008); «Освоение адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий» (Ульяновск, 2010); «Системы высокоурожайного земледелия и биотехнологии как основа инновационной модернизации АПК в условиях климатических изменений» (Уфа, 2011); «Научное обеспечение агропромышленного комплекса России» (Казань, 2012); «Твёрдая пшеница – перспектива развития в регионе Урал Волга» (с. Новоабзаково, республика Башкирия, 2014) и др., а также ежегодных региональных научно-практических семинарах, конференциях, заседаниях отдела земледелия, методических комиссиях Самарского НИИСХ.

Материалы диссертации использовались при разработке современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, которые признаны по отделению растениеводства РАСХН (2001 и 2007 гг.) лучшими завершёнными научными разработками года и награждены дипломами.

В 2015 году материалы исследований были одобрены НТС Министерства сельского хозяйства и продовольствия Самарской области, рекомендованы для внедрения и включены в реестр достижений АПК Самарской области.

Публикации. За период научной работы издано более 120 работ, в том числе 90 из них по материалам диссертации, 25 статьи опубликованы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, восьми глав, выводов и предложений производству. Работа изложена на 329 страницах компьютерного текста, содержит 99 таблиц в тексте и 70 в приложении, 41 рисунок. Список литературы включает 456 источников, из них иностранных авторов – 18.

Личный вклад автора: патентный поиск, изучение вопроса освоения минимализации обработки почвы в Среднем Заволжье, разработка схем и закладка полевых стационаров, проведение полевых и лабораторных исследований, анализ и обобщение полученных экспериментальных данных, их математическая обработка, внедрение результатов исследований в сельскохозяйственное производство.

Автор выражает глубокую признательность и благодарность супруге Т.А. Горяниной, сотрудникам и лаборантам отдела земледелия ФГБНУ «Самарский НИИСХ» за оказанную помощь при подготовке диссертации, доктору сельскохозяйственных наук, профессору, заслуженному работнику сельского хозяйства РФ И.А. Чуданову, директору ФГБНУ «Самарский НИИСХ» доктору сельскохозяйственных наук С.Н. Шевченко за предоставленную возможность проведения исследований в многолетних стационарах отдела земледелия, поддержку и помощь в написании работы.

ГЛАВА 1. АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Основная обработка почвы, пройдя длительный эволюционный путь, остаётся в настоящее время одним из самых важных, энергоёмких и энергозатратных элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур [147, 173, 244, 288, 293, 413, 430].

Требования к данному агроприёму, одному из самых древних занятий человека, на разных этапах развития земледелия менялись. Они складывались по мере развития общества, познания почвы и растений, их приспособленности к условиям внешней среды и энергетической оснащённости человечества [146, 147].

В эпоху первобытного коллективизма для возделывания растений первоначально применялся заострённый кол (палка копалка). В последствии к ней стали крепить заострённый камень, раковину и под. Так появилась древняя мотыга, которая изготавливалась из дерева или камня. При усовершенствовании мотыги возникла, созданная Древним Востоком, примитивная соха [158, 212].

При рабовладельческом строе основным орудием для обработки почвы было рало. В отдельных странах начали появляться деревянные плуги, обработка которыми проводилась как ручным способом, так и с привлечением в качестве тягловой силы волов [158].

В лесных районах древней Руси, где была распространена подсечная система земледелия, применялось безотвальное рало, преобразованное впоследствии в соху. В степных районах применялись три группы орудий:

- только бороздящих почву (рало, однозубовая великорусская черкуша и двузубовые сохи без палицы);
- пахущих (соха с палицей);

- обрезающих пласт сбоку, подрезающих снизу и переворачивающие в той или иной мере (плуг, косуля, сабан) [158].

Феодалный строй отмечался сокращением ручной мотыжной обработки почвы, применением заступа (лопаты), распространением сохи и примитивных плугов, копирующих обработку заступом [212].

В последствии на плугах отвал и лемех соединялись в целую конструкцию. В данные почвообрабатывающие орудия впрягались по две-три пары быков, со временем в качестве тягловой силы стали использоваться лошади.

В процессе эволюции менялись материалы, из которых изготавливались рабочие органы плуга. В начале отвалы и лемеха отливались из чугуна, впоследствии они стали изготавливаться из стали [158, 214]. В середине 19 века Рудольф Сакк усовершенствовал данную технологическую операцию и применил для вспашки железный плуг с предплужником, что обеспечило лучшую разделку почвы [147].

Более совершенные и качественные почвообрабатывающие орудия способствовали изменению требований к глубине обработки почвы и вообще вопросам земледелия. В 17 и 18 веке многие учёные (Полисси, Тулл, Кречмар) выступали за глубокую обработку почвы, считая, что такая обработка способна заменить и пар, и удобрения, и чередование культур. Русские земледельцы (Строгонов, Волынский и др.) в начале 18 века старались подражать западным хозяевам и приказывали пахать глубоко. Аналогичные требования пахать «гораздо и мягко» были в приказах царей Алексея Михайловича и Петра I [212].

Один из основоположников русской агрономии А.Т. Болотов призывал к дифференцированному земледелию. Он писал: «Собственных правил и рассуждения уработывания оной для великой разности в землях и обыкновениях её уработывания здесь предписать не можно. Общее их состоит в том, чтоб земля, сколько можно глубже вспахана и мягче была уработана...» [212].

Аналогичного мнения, что при возделывании культур, необходима культура земледелия, придерживался М.Г. Павлов (1837). Считая соху «матерью огрехов», он добивался внедрения хороших плугов. Критикуя сторонников мелкой обработки, он писал: «глубокая пашня от последствий засухи предохраняет урожай столько же, как от последствий мокроты..., а потому она равна пригодна в том и другом случае» [295].

Следует отметить, что практически до 19 века трактовка глубины и даже способов обработки почвы была условна, и существенно отличались от современных понятий.

В частности, М.Г. Павлов (1837) квалифицировал глубину вспашки следующим образом:

До 2 вершков (около 9 см) – мелкое паханье;

2-3 вершка (9-13 см) – среднее паханье;

3-6 вершков (13-26 см) – глубокое паханье [295].

В настоящее время согласно Госту 16265-89 Земледелие. Термины и определения (1989) данные обработки почвы соответствуют поверхностным (до 8 см), мелким (8-16 см) и средним (16-24 см) [88].

Большой вклад по совершенствованию систем полеводства и способов обработки почвы в России внесли в 19 и начале 20 века классики естествознания – В.В. Докучаев (1951), К.А. Тимирязев (1951), П.А. Костычев (1951) и др. [102, 209, 368].

В настоящее время классическая плужная обработка, по-прежнему считается самой распространённой в мире. При этом основная причина для обоснования постоянного применения вспашки на чернозёмах и других почвах многими учеными была до семидесятых годов 20 века связана с процессами дифференциации обрабатываемого профиля по плодородию и необходимостью создания гомогенного строения пахотного слоя почвы [22, 37, 46, 129, 385].

Однако, по данным Г.И. Казакова (2008), гетерогенное по плодородию строение пахотного горизонта наступает в Поволжье не независимо от способов обработки почвы через 2,5-3 месяца после её проведения. Ежегодная вспашка

обеспечивает выравнивание эффективного плодородия по профилю обрабатываемого слоя, но не устраняет его различий полностью. При минимальной и «нулевой» обработке почвы усиленная дифференциация пахотного слоя по плодородию происходит в первые годы (до 3-5 лет). В последующем разнокачественность между слоями замедляется, при этом в верхнем слое почвы плодородие при минимализации обработки сохраняется на более высоком уровне, чем по вспашке [147].

В исследованиях И.А. Чуданова (2006), в лесостепной и степной зонах Самарской области, наиболее резкая дифференциация пахотного слоя по плодородию на вариантах с минимальной и без осенней обработки почвы проявлялась не менее 2-3 лет. При этом растения яровой пшеницы, выращенные на образцах почвы взятых из слоя 0-10 и 10-20 см при минимальных обработках, увеличивали урожайность (в среднем за 5 лет), по сравнению со вспашкой, на 24,3 и 10,2 % соответственно. В слое 20-30 см достоверное преимущество вспашки по продуктивности установлено в 40 % лет исследований.

При моделировании пахотного слоя чернозёма наивысший урожай яровой пшеницы получен при естественном расположении слоёв пахотного горизонта, а также при смешивании слоя 0-10 см. Перемешивание слоёв 0-10 и 10-20 см относительно друг друга способствовало снижению урожая на 5-6%, а вынос слоя 20-30 см на место верхних – приводило к уменьшению урожая на 15-17%. Следовательно, складывающаяся гетерогенность пахотного слоя, при минимальных обработках не снижает общий уровень плодородия и продуктивность культуры [413].

Необходимость шаблонного повсеместного и ежегодного применения вспашки, подвергается сомнению, не только в настоящее время, но и критиковалась в далёком прошлом, видными учеными и отдельными практиками, как в нашей стране, так и за рубежом.

В частности, из истории земледелия известны имена передовых российских и зарубежных практиков и ученых – И.Е. Овсинского (1899), Н.М.

Тулайкова (1932), Т.С. Мальцева (1988), А.И.Бараева (1976; 1988), Э.Х. Фолькнера (1956) и других, которые одними из первых в мировой практике активно отстаивали идеи бесплужного земледелия и пытались реализовать их не только на исследовательских стационарных участках, но и на больших производственных площадях [20, 21, 241, 283, 377, 384].

Предложения по минимализации и бесплужным приемам обработки почвы, выдвинутые видными учеными страны по земледелию академиками Н.М. Тулайковым, Т.С. Мальцевым, А.И. Бараевым не получили широкого применения в Поволжье. Одной из причин этого явилось отсутствие системного подхода в процессе освоения данных технологий, основанных на бесплужной обработке, предусматривающих переход одновременно с новыми технологиями обработки почвы на новое поколение адаптивных систем земледелия.

В качестве причин нецелесообразности применения технологий с минимальными обработками почвы в Поволжье и других регионах России при экстенсивной системе земледелия выдвигается также тезис об ухудшении азотного питания почв [226, 335] и возрастании засоренности посевов [31, 130, 337, 349, 376].

Однако в связи с введением в стране рыночных отношений и со вступлением в ВТО ситуация коренным образом изменилась. По мнению А.А. Жученко (2000; 2012) увеличивающиеся затраты ископаемой энергии в АПК способствовали дальнейшему поиску путей ресурсоэнергоэкономной и природоохранной адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства (создание сортов и гибридов, переход к минимальным и «нулевым» обработкам почвы и пр.) [114, 116].

Формированию и освоению технологий с минимальными обработками почвы и прямым посевом зерновых и других культур способствует накопленный огромный мировой и отечественный опыт. В развитых зарубежных странах новые ресурсоэнергоэкономные технологии и

производственные системы возделывания сельскохозяйственных культур No-, Mini-, Strip - till, применяют на площади более 500 млн. га [207, 272, 289].

Развитию таких технологий и систем способствует современное машиностроение. Для их освоения созданы и успешно применяются большое количество комбинированных почвообрабатывающих орудий и посевных агрегатов нового поколения отечественного и зарубежного производства. Оснащение ими хозяйств нарастает с каждым годом [8, 139, 204, 240, 314, 317].

Сокращение или полный отказ от механических обработок почвы повышает при защите растений роль химической борьбы с вредными объектами. В настоящее время, появившиеся высокоэффективные и экологически безопасные средства защиты растений нового поколения, применяемые от болезней вредителей и сорняков по технологиям с минимальными обработками и прямым посевом сельскохозяйственных культур, решают эту проблему. Налажено также снабжение ими хозяйств [418].

Основной фактор бурного освоения новых технологий с минимальными обработками почвы и прямым посевом в мировой практике – экономический [153]. Если проанализировать распространение перспективных производственных систем No-, Mini-, Strip-till, то можно увидеть, что наибольшее применение в Мире они нашли там, где государство помогает сельхозпроизводителю минимально или совсем не выделяет денег на аграрный сектор. В частности, новые технологии максимально освоены в Австралии, Новой Зеландии, Аргентине, Чили, Парагвае, Боливии, Уругвае, Канаде, США, где в аграрном секторе правительствами покрывается от 0 до 20% затрат при возделывании сельскохозяйственных культур.

В странах, где государство выделяет сельхозпроизводителям в качестве помощи более 30 % от их затрат при возделывании культур (Япония, большинство стран Европы и др.) ресурсосберегающие технологии распространены на незначительных площадях.

В связи с введением рыночных отношений и вступлением в ВТО основная причина освоения и распространения технологий нового поколения в

России аналогична мировой - это преодоление процесса снижения доходности общепринятых технологий с ежегодной вспашкой, в связи с устойчивым ростом цен на горючее, удобрения, средства защиты растений, критической ситуацией с обеспечением хозяйств новой техникой (изношенность на 80-90 и более процентов) [156, 177, 290, 304, 422, 430].

Курс на все большее углубление рыночных отношений ставит перед сельским хозяйством нашей страны ряд жестких требований, которые трудно преодолевать в рамках старых технологий, основанных на постоянной вспашке с множеством технологических операций, высокой материальной и трудовой затратностью и низкой окупаемостью вкладываемых средств интенсификации, сложившихся консервативных взглядов на основы ведения земледелия и растениеводства. Положение осложняется тем, что на селе, по объективным и субъективным причинам катастрофически снижается количество работающих механизаторов и специалистов [188].

Применение современных технологий улучшит экономическое состояние хозяйств: снизятся прямые производственные затраты, сократится расход топлива, повысится рентабельность производства зерна, уменьшится в 2-3 раза потребность в технике, сократятся затраты на ее ремонт и обслуживание, уменьшается в 2-3 раза потребность в кадрах механизаторов [69, 205, 306, 324].

Второй не менее важной причиной перехода на технологии с минимальными обработками почвы и прямым посевом сельскохозяйственных культур является отмечаемое многими видными учёными нашей страны возрастание негативного влияния на почву нерациональной антропогенной деятельности и ускорение процессов деградации почвенного покрова, вызванные в первую очередь ограниченным применением органических удобрений и интенсивными плужными обработками. На этом фоне отмечается усиление процессов эрозии, рост деградации («выпахивания»), дегумификации с проявлением устойчиво некомпенсируемой минерализации гумуса [70, 249, 322, 336, 360, 418, 432].

По данным многочисленных исследований наблюдаются существенные потери органического вещества в чернозёмах разных регионов, по сравнению с показателями середины 20 века [234, 290, 305, 355, 415].

В Самарской области площадь эродированных земель превышает 1 млн. га, ведут свою разрушительную работу свыше 20 тыс. действующих оврагов и крупных размывов [188].

Особое беспокойство вызывает возрастание темпов минерализации гумуса. Его запасы в результате сокращения применения органических удобрений, использования интенсивных обработок почвы уменьшились за последние годы на одну треть. В ряде случаев мы подошли к такому положению, когда восстановить утраченное плодородие возможно только за счет весьма затратных мелиоративных мероприятий [290, 418].

По данным САС «Самарская» в Самарской области за последние 20 лет практически исчезли чернозёмы с высоким содержанием гумуса (свыше 8%). Сократились площади среднегумусных почв с содержанием гумуса 6-8%, их удельный вес в структуре пашни области снизился с 31,9 до 10,7%. Площади очень слабогумусированной пашни с 1987 по 2010 год увеличились на 98,7-123,6 тыс.га. Площади слабогумусированной пашни возросли с 545,6 тыс. га (19,3%) до 1117,5-1132 тыс. га (39,4-40,0%). В среднем за период с 1993 по 2010 год площади очень слабо- и слабогумусированной пашни с содержанием гумуса от 2 до 4% возросли на 600 тыс. га. Средневзвешенное содержание гумуса на обследованных площадях снизилось с 5,40 в 1987 году до 4,22% (на 29%) в 2010 году [282].

Накопленный в нашей области и в других регионах России, особенно в зонах недостаточного увлажнения, научно-практический опыт свидетельствует о том, что наиболее доступным выходом на современном этапе из этой ситуации является освоение новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур с минимальными обработками почвы и прямым посевом, обеспечивающих ресурсо-энергосбережение, экологическую

безопасность, максимальную доходность при выращивании товарной продукции [24, 69, 98, 116, 243, 306, 342, 412, 418].

Многочисленные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что систематическое сохранение стерни, соломы и других органических остатков на поверхности поля особенно при технологиях прямого посева улучшает агрофизические свойства почв, создает благоприятные условия не только для восстановления, но и наращивания почвенного плодородия [49, 99, 149, 172, 178, 214, 215, 236, 238, 323, 451].

Переход на адаптивные системы земледелия предполагает пересмотр сложившихся стереотипов в научных взглядах о принципах формирования технологий, выбору систем машин, подбору сортов и других их элементов, т.е. речь идет о смене всех элементов системы земледелия.

Важным моментом, послужившим толчком к разработке более экономных технологий получившие широкое развитие новые концепции в системах обработки почвы [200] обосновывающие:

- высокую влагонакопительную и почвозащитную эффективность в засушливых районах безотвального рыхления почвы с сохранением на поверхности поля стерни соломы и пожнивных корневых остатков (ПКО);

- возможность перехода при оптимальных агрофизических свойствах почв без ущерба для урожая к минимальным безотвальным и отвальным обработкам, прямому посеву сельскохозяйственных культур;

- замену или сокращение количества механических обработок при уходе за посевами с использованием химических методов борьбы с сорняками, болезнями и вредителями;

- перспективность адаптивных комбинированных почвообрабатывающих орудий и посевных агрегатов нового поколения.

В Самарском НИИСХ накоплен 50-летний экспериментальный материал по совершенствованию почвозащитных систем земледелия для засушливой степи Среднего Поволжья, в основу которых положены оригинальные идеи

бесплужной обработки почвы, обоснованные академиками Н.М. Тулайковым, Т.С. Мальцевым и А.И. Бараевым [202, 207].

Исследования отдела земледелия Самарского НИИСХ согласуются с теоретической базой видных учёных. Установлена возможность эффективного ведения полеводства в обширных степных районах региона с широким применением вместо традиционной вспашки минимальной обработки почвы, сохранения стерни и других растительных остатков на поверхности поля, приданию верхнему слою почвы решающей роли в питании растений.

Научной базой современных технологий, основанных на минимальных обработках почвы и посева, служит установленная закономерность – черноземные почвы степных районов Заволжья и других регионов России, имея близкие значения оптимальной и равновесной плотности почвы, не нуждаются в постоянной вспашке и других глубоких интенсивных обработках для регулирования агрофизических, агрохимических и биологических свойств почвы. Они способны поддерживать оптимальную для большинства культурных растений плотность под влиянием естественных факторов [147, 195, 297].

К таким почвам относится большинство черноземов Самарской области. В связи с этим имеется возможность регулирования основных факторов жизнедеятельности растений на черноземах Заволжья без интенсивной плужной обработки.

Результаты многолетних исследований нашего института по способам и системам обработки почвы не подтверждают широко распространенное мнение о том, что отказ от плужной обработки приведет к резкому падению плодородия почв. Установлено, что потенциальное и эффективное плодородие черноземов региона сохраняется на высоком уровне и при длительных минимальных обработках почвы в севообороте. Длительное применение минимальных обработок почвы не приводит к ухудшению структуры и плотности почвы. Оптимальная и равновесная плотность почвы для озимых и

яровых зерновых на обыкновенных черноземах составляет от 1,0 до 1,25 г/см³ [195, 413].

По многолетним наблюдениям отдела земледелия Самарского НИИСХ, проведённым в центральной зоне области, плотность почвы под зерновыми культурами в весенний период равняется по вспашке 1,05-1,10 г/см³, по вариантам с мелкими отвальными и безотвальными обработками – 1,10-1,15 г/см³, по поверхностным обработкам дисковыми орудиями – 1,12-1,20 г/см³ [197].

В лесостепной зоне Самарской области после вспашки, по сравнению с минимальной обработкой, установлено излишне рыхлое сложение почвы (0,99 г/см³) для роста и развития яровой и озимой пшеницы, ярового ячменя в зернопаропропашном севообороте. Вследствие чего, на вариантах с ежегодной вспашкой, ускорились процессы нитрификации и разложения органического вещества. Однако при этом уменьшение обменной концентрации почвенной влаги и питательных веществ ухудшали водный и пищевой режимы почвы [413].

На черноземах Среднего Поволжья не отмечено при переходе к минимальным, комбинированным и дифференцированным системам обработки, по сравнению с ежегодной вспашкой, ухудшения водного и пищевого режимов почвы, показателей биологической активности почвы [147, 290].

Рациональное сочетание агротехнических и химических средств борьбы с сорняками обеспечивает при минимальных обработках эффективную борьбу с ними. Тренды многолетней урожайности зерновых культур при разных способах подготовки почвы свидетельствуют о том, что применяемая в севооборотах минимальная обработка почвы не снижает потенциальную продуктивность пашни в сравнении с постоянной вспашкой [197].

В результате проведенных исследований Самарским НИИСХ вместо классических схем формирования систем земледелия, основанных на постоянной вспашке, предлагаются новые с минимальными и «нулевыми»

обработками, с точно дозированным применением удобрений и средств защиты посевов, использованием биологических средств воспроизводства почвенного плодородия и другими ее элементами [200].

Технологии с минимальными обработками рекомендуются при возделывании озимых по чистым и занятым парам, при посеве яровых зерновых, размещаемых по озимым и пропашным культурам, а на чистых землях – и на повторных посевах [200, 290].

В переходный период освоения новых технологий в степных районах складываются наиболее благоприятные условия для полного перехода на минимальные обработки почвы при возделывании озимых по чистым парам. Многолетние данные нашего института показывают, что озимые, размещенные по этому предшественнику, обеспечивают одинаковый урожай, как по вспашке, так и по минимальным, безотвальным и «нулевым» обработкам [419].

Эффективность предлагаемой отдельными авторами периодической глубокой обработки почвы в севообороте с целью создания мощного корнеактивного слоя в большинстве случаев экспериментально подтверждается в районах с достаточным увлажнением в осенний период, на тяжёлых и склонных к заплыванию почвах. При этом сочетание способов и глубины обработки почвы зависит не только от климатических, но и почвенных условий, набора культур и других факторов [18, 50, 140, 232, 264, 340, 346, 387, 413, 417, 426].

Положительные результаты глубоких обработок под зерновые культуры отмечены в степной зоне лишь в отдельные годы при сочетании благоприятного осеннего увлажнения и выпадении большого количества зимних осадков.

Благодаря теоретическим разработкам о требованиях растений к плотности сложения пахотного слоя, многие исследователи засушливых зон нашей страны и Казахстана, пришли к выводу, что технологии с постоянными глубокими отвальными обработками почвы под зерновые культуры в зерновых и зернопаровых севооборотах могут быть заменены с большим успехом на

низкозатратные с минимальными обработками или с прямым посевом [97, 106, 147, 203, 290, 324].

Под пропашные культуры, по мнению большинства исследователей, преимущество имеют глубокие обработки. В связи с этим в зернопаропропашных севооборотах признано считать наиболее оправданными технологии с дифференцированными и комбинированными системами обработки – с мелким (до 12-14 см) под зерновые и с глубокими под пропашные культуры [42, 150, 225, 303, 408, 413].

Принципиально важным моментом, который может оказать решающее влияние на результаты внедрения новых технологий, является правильный подход к методам их разработки и освоения.

По мнению В.А. Корчагина (2006) нельзя повторять ошибок прошлых лет, когда бесплужное возделывание сельскохозяйственных культур сводили только к внедрению того или иного способа минимальной обработки почвы без учета специфики его влияния на засоренность посевов и пищевой режим. В этом, на наш взгляд, состоит главная причина того, что правильные в своей основе предложения о переходе к бесплужному возделыванию сельскохозяйственных культур в засушливых условиях страны, выдвинутые Т.С. Мальцевым и А.И. Бараевым не получили применение на практике из-за негативных результатов [199].

Поэтому только системный подход и строгое соответствие предлагаемых технологий природно-климатическим и хозяйственным условиям могут гарантировать успех их освоения. Игнорирование этого единственно правильного подхода, частичное использование на практике отдельных звеньев технологий (мелкая обработка без организации эффективной защиты посевов от сорняков и др.) приведут к дискредитации этих технологий [36, 147, 199].

Современные технологии немыслимы без освоения новых систем земледелия, основанных на энерго- и ресурсосбережении во всех ее элементах при сохранении высокой продуктивности пашни и почвенного плодородия [114].

В основу их совершенствования должны быть положены принципы адаптивной интенсификации растениеводства, обеспечивающие перевод растениеводства на качественно новый уровень наукоемкости, продуктивности, ресурсоэнергоэкономичности, экологической безопасности и рентабельности [115, 116, 421].

В связи с этим заслуживает внимания, особенно на переходном этапе, предлагаемые многими исследователями, переход в степных районах Поволжья и Южного Урала на специализированные полевые севообороты для возделывания зерновых культур с чистыми парами короткой ротации [120, 240, 290].

Производство зерна в таких севооборотах при новых технологиях будет экономически наиболее выгодным, особенно при минимуме техногенных затрат (опыт А.И. Шугурова, Пензенская область) [424]. Однако в связи с высоким удельным весом чистого пара, обуславливающего интенсивный расход гумуса, возникает необходимость в привлечении специальных мер для устранения диспропорции в расходе и восполнении органического вещества в почве путем введения в посевы сидератов, использования соломы на удобрения, выводных полей многолетних трав [290].

Отсутствие подобных специальных мер приводит по данным НИИСХ Юго-Востока к снижению плодородия почвы в таких севооборотах [381].

В условиях рыночной экономики особое значение приобретают вопросы разработки технологий прямого посева сельскохозяйственных культур.

Положительными сторонами данной производственной системы являются, экономия времени, рабочей силы, топлива, денежных средств, посев сельскохозяйственных культур в лучшие оптимальные сроки. Кроме того, при прямом посеве сводятся к минимуму потери влаги из почвы за счет испарения, накапливается и сохраняется органическое вещество в верхнем слое, уменьшается риск проявления водной и ветровой эрозии, предотвращается разрушение структурных агрегатов почвы, уменьшается количество малолетних сорняков [9, 107, 214, 216, 298, 324].

Возрастающая в последние годы тенденция применения прямого посева в производстве связана не только с возможностью обеспечения максимальной экономии энергетических и трудовых затрат (на 60% и более), но и с требованиями защиты почв от эрозии, сокращения потерь гумуса [153, 201, 205, 216, 324, 328].

Широкому применению технологий прямого посева способствуют также непрерывно возрастающий ассортимент комбинированных посевных машин отечественного и зарубежного производства для выполнения таких работ, хорошо налаженное производство специальных гербицидов общего и избирательного действия, накапливается положительный практический опыт освоения новых технологий [290].

Прямой посев резко меняет условия развития растений, даже по сравнению с технологиями, где применяются минимальные, комбинированные и дифференцированные обработки почвы. Поэтому для того, чтобы обеспечить его эффективное использование, потребуется вводить новый соответствующий ему комплекс технологических мероприятий.

Г. Кант (1980) выделяет 10 предпосылок для гарантированного успеха прямого посева – технические (наличие мощных энергоносителей, машины для прямого посева), химические (повышенные дозы удобрений, «подходящие» гербициды), биологические (подходящие культуры, сорта, предшественники, севообороты, опыт и навыки человека). По его мнению, отсутствие даже одной из десяти предпосылок может снизить урожай [153].

Данные условия подтвердились в большинстве исследований, проведенных научными учреждениями в Среднем Поволжье, Южном Урале и в Сибири в конце прошлого века. Здесь при применении «нулевой» обработки почвы отмечено снижение урожайности яровых зерновых культур.

В опытах Самарского НИИСХ (1976-1982 гг.), где проводилось испытание технологий возделывания зерновых культур без осенней обработки, а весной перед посевом на таких полях проводилась культивация почвы тяжелыми противозерозионными культиваторами (КПЭ-3,8 и др.), недобор

урожая яровой пшеницы при отсутствии обработки почвы, по сравнению с ежегодной вспашкой, составил 0,16 т/га, ячменя – 0,19 и овса – 0,26 т/га [413].

В опытах Самарской ГСХА «нулевая» обработка почвы во всех зонах области снизила урожай яровых зерновых культур (в лесостепи на 0,14-0,26 т/га, в переходной зоне – 0,15-0,3 т/га и в степи – 0,14-0,25 т/га) [143].

По данным Оренбургской ГСХА недобор урожая яровых зерновых культур при «нулевой» обработке составил, по сравнению со вспашкой – 0,21-0,27 т/га [176].

В исследованиях Ульяновского НИИСХ, проведённых в лесостепной и переходной к степи зонах Ульяновской области, отсутствие осенней основной обработки почвы приводило к снижению урожайности по всем исследуемым сельскохозяйственным культурам, кроме озимой мягкой пшеницы [161].

По данным Сибирского НИИ длительное применение минимально-нулевой обработки без средств химизации обеспечивало снижение выхода зерна с 1 га пашни в зернопаропропашном севообороте в среднем на 21%, по сравнению с вариантами обработанными отвальными орудиями. Однако на фоне комплексной химизации (удобрения, пестициды) урожайность зерновых, независимо от систем обработки почвы увеличилась в среднем на 46% [396, 397].

Основными причинами недобора урожая яровых зерновых по необработанным с осени полям, по сравнению со вспашкой, в исследованиях результаты которых были приведены выше, стали: повышение засоренности посевов, ухудшение пищевого, а в отдельные годы, и водного режима почвы, особенно в более влажных условиях лесостепи.

Решающим условием высокой эффективности прямого посева является оставление на поверхности почвы нетоварной части урожая (соломы, ПКО). Мульча, по мнению многих отечественных и зарубежных учёных, способствует накоплению гумуса в верхнем слое почвы, оказывает положительное влияние на агрофизические агрохимические и биологические свойства почвы, спасает

почву от перегрева, снижает процессы водной и ветровой эрозии [107, 216, 248, 323, 324].

Однако, оставленная на поверхности поля солома требует усиленного внимания к интегрированной защите растений от болезней, вредителей и сорняков, в связи с возможным ухудшением фитосанитарной обстановки [51, 63, 200, 366, 373, 383].

На первом этапе освоения технологий прямого посева складываются условия для роста засорённости сельскохозяйственных культур. Поэтому нельзя применять прямой посев на полях, сильно засорённых многолетними сорняками. Кроме того, солома и ПКО остатки являются местом перезимовки многих возбудителей болезней и вредителей, что способствует ухудшению фитосанитарной обстановки. В связи с этим необходим более тщательный, по сравнению с традиционной технологией, мониторинг в течение вегетации культурных растений за вредными объектами [52, 57, 323, 374, 402, 439].

Соблюдение всех элементов технологии прямого посева при высокой культуре земледелия обеспечивало в последние годы высокую эффективность возделываемых культур, по сравнению с традиционной технологией, на юге России и в Северном Казахстане [69, 96, 105, 324].

В Поволжском регионе специальных длительных исследований по разработке технологий прямого посева, построенных на системной основе, до последнего времени не проводилось из-за отрицательного отношения к его перспективам.

Однако, для внедрения технологий возделывания зерновых, основанных на прямом посеве на черноземных почвах Среднего Поволжья и Западной Сибири, нет принципиальных ограничений. Многие из них имеют благоприятные агрофизические свойства, не требующие интенсивного рыхления. Негативные стороны нулевой обработки могут быть в значительной степени устранены применением специально подобранных технологических комплексов с минеральными удобрениями и эффективными средствами защиты посевов от сорняков [1, 48, 149, 323].

Исключение могут составить почвы с низким содержанием гумуса (менее 3-3,5%), тяжёлые по гранулометрическому составу, заплывающие, солонцеватые и склоновые земли.

При системном подходе к разработке и освоению технологий прямого посева, по мнению В.А. Корчагина, О.И. Горянина (2008), Г.И. Казакова, В.А. Милюткина (2010) особое внимание следует уделить:

- подбору и использованию наиболее эффективных пестицидов;
- обеспечению оптимального питания растений с переходом на новые способы внесения сыпучих и гранулированных удобрений (локальные, локально-ленточные), а также на жидкие комплексные удобрения;
- применению специальных комбинированных агрегатов для прямого посева, осуществляющих одновременно предпосевную подготовку почвы, внесение стартового и основного удобрений, посев и послепосевное прикатывание;
- наличию и выполнению, разработанных учёными и специалистами хозяйства адаптированных научно-обоснованных систем земледелия.

В технологиях прямого посева широко должны использоваться универсальные послевсходовые системные гербициды, в том числе и с почвенным эффектом и гербициды сплошного действия, рассматриваемые как средство борьбы с сорняками, альтернативные механическим обработкам почвы [290].

По мнению Г.И. Казакова и В.А. Милюткина (2010) основными отрицательными сторонами при внедрении прямого посева сельскохозяйственных культур являются:

- обязательное применение (в первые годы внедрения) пестицидов в повышенных дозах;
- необходимость первоначального выравнивания, планирования микрорельефа полей;
- опасность усиления водной эрозии на склонах и тяжёлых почвах, для устранения недостатка необходимо щелевание или глубокое рыхление;

- сравнительно большие капитальные вложения на переоснащение технических средств, приобретение удобрений и средств защиты растений [149].

Таким образом, обзор результатов исследований, проведённых научными учреждениями России, свидетельствуют о перспективности, в рыночных условиях, широкого применения на чернозёмах в зонах с недостаточным увлажнением современных технологий нового поколения с почвозащитными экономными системами обработки почвы в сочетании с другими элементами адаптивных систем земледелия. Такие технологии в современных условиях в большей степени, чем применяемые в настоящее время, соответствуют задачам рационального ведения земледелия в степных районах Среднего Поволжья. При равной продуктивности пашни они создают принципиально новые условия для воспроизводства почвенного плодородия, позволяют резко снизить затраты, сделав производство зерна устойчиво рентабельным и конкурентоспособным.

Однако в литературных источниках, при сложившемся локальном и глобальном существенном изменении климата, недостаточно данных о влиянии длительного применения технологий нового поколения, сформированных на системной основе, на агрохимические показатели почвенного плодородия, биологические свойства почвы. Крайне ограничены данные о влиянии разных систем машин нового поколения отечественного и зарубежного производства на продуктивность культур и эффективность производства.

В связи с этим, при выполнении работы ставилась задача на основании проведённых исследований по выявлению адаптивных систем основной обработки почвы, машин и агроэкологического потенциала, и нормы реакции новых сортов на применение удобрений, природоохранной интенсификации научно обосновать переход на современные технологические комплексы, обеспечивающие при сохранении высокой продуктивности максимальную экономию трудовых и материальных затрат.

ГЛАВА 2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Характеристика почв

Земельный фонд Самарской области составляет 5356,5 тыс.га. На земли сельскохозяйственного назначения приходится 3582,3 тыс.га, из них на долю пашни - 2 832,8 тыс.га [341].

Область характеризуется значительным разнообразием почвенного покрова. Это связано с расположением её в двух природно-климатических зонах – степной и лесостепной, разнообразием рельефа, гидрологических условий и почвообразующих пород.

В области хорошо представлена почвенная зональность. Серые лесные почвы, выщелоченные, типичные и карбонатные чернозёмы, преобладающие в северных районах к югу области, постепенно сменяются обыкновенными, южными чернозёмами, каштановыми почвами, а также солонцами и солончаками [73, 180].

Серые лесные почвы, занимающие 392,4 тыс.га (7,4% площади области) находятся в основном под лесными угодьями. В структуре пахотных угодий они составляют всего 1,5 %. Почвы распространены в правобережье и на северо-востоке левобережья области [4].

Чернозёмы, занимающими 85% площади сельскохозяйственных угодий и 92 % пашни, представляют основной почвенный покров области [312].

Типичные чернозёмы, свойственные лесостепной и восточной части центральной зон, самая распространённая группа почв в Самарской области - 1178,5 тыс.га (21,8% её территории). В структуре пахотных угодий на данные почвы приходится 24,9 %.

Чернозёмы выщелоченные занимающие 935,2 тыс.га (17,4% общей площади пашни) в основном распространены в лесостепи и местами в центральной зоне области [4].

Чернозёмы обыкновенные, аналогичные по морфологии типичным, занимают площадь 636,8 тыс.га (12,3 % площади области), из них 542,0 тыс.га (84 %) находятся в составе пашни.

Чернозёмы южные распространённые в степной зоне области занимают обширную территорию 1113,4 тыс.га (20,8 % общей площади) из них 867,0 тыс.га пашни.

Кроме того, в области незначительные площади занимают чернозёмы остаточного-карбонатные – 339,2 тыс.га, тёмно-каштановые почвы – 152,1 тыс.га, чернозёмы оподзоленные – 57,5 тыс.га [4].

Абсолютное большинство почв области (до 80%) имеют глинистый и тяжелосуглинистый гранулометрический состав. Среднесуглинистые почвы встречаются повсеместно небольшими контурами и составляют до 11 % территории. Легкосуглинистые, супесчаные и песчаные почвы имеют незначительное распространение (около 7%), главным образом в Правобережье, северном районе волжских террас, междуречье Кинеля и Самары и долинах рек Волги и Самары [153].

По содержанию гумуса почвы области в основном средне и малогумусные занимают по области 1418,9 и 930,4 тыс.га соответственно. Тучные чернозёмы распространены мало, занимают до 1% от общей территории области (3,7 тыс.га). По мощности гумусового горизонта почвы относятся к среднесплодным (46 %) и малосплодным (44 %) [4, 180].

В Самарской области значительные площади земель подвержены эрозии, которая приносит значительный ущерб сельскому хозяйству. Преобладает водная эрозия (27,6 % пашни), преимущественно в лесостепной зоне, при этом 12,5 % пашни является среднесмытой и 0,6 % - сильносмытой. Ветровой эрозии подвержены пахотные земли на почвах лёгкого состава (0,7 % общей площади пашни [341].

Для отражения в оценке почв влияния почвенно-климатических особенностей отдельных районов в области было проведено почвенно-климатическое районирование. По его данным выделяются три

бонитировочных зоны: Северная, Центральная и Южная. Плодородие сельскохозяйственных угодий северной зоны по продуктивности оценены в 50 баллов, пашня в – 62 балла. Плодородие сельскохозяйственных угодий Центральной зоны оценивается в 55 баллов, пашни в 67 баллов. Южная зона характеризуется более низкими показателями 49 баллов – пашня и сельскохозяйственные угодья 40 баллов [341, 375].

Опытные поля Самарского НИИСХ, на которых проводились исследования, расположены в Безенчукском районе Самарской области, где сельскохозяйственные угодья и пашня имеют довольно высокий бонитет – 64 и 82 балла соответственно.

Поля Самарского НИИСХ располагаются в западной части засушливой чернозёмной степи. Почвенный покров их неоднородный и представлен своеобразным комплексом, характерным для степных речных террас с ясно выраженными микрорельефами. Преобладающими почвами являются: чернозём террасовый обыкновенный малогумусный среднетощий, чернозём террасовый обыкновенный малогумусный среднетощий суглинистый [219].

Почва опытного участка – чернозём террасовый обыкновенный малогумусный, среднетощий, тяжелосуглинистый. Перед закладкой стационарного опыта №1 содержание гумуса в горизонте А (0-37 см) составило 3,9 %. Содержание подвижных форм фосфора (>6 мг/кг) и калия (>12 мг/кг почвы) вплоть до материнской породы по глубине. Сумма поглощённых оснований – 22,9 мг-эквивалентов [413].

В пахотном слое почвы стационарных опытов №2-5 содержится: гумуса – 3,4-5,0 %, гидролизуемого азота – 57-74 мг/кг почвы, подвижных фосфатов – 170-200 мг/кг, обменного калия – 150-200 мг/кг почвы.

2.2. Погодные условия в годы исследований

Погодные условия в годы проведения исследований (1975-2014) были различными (прил. 1-3).

Количество атмосферных осадков в годы исследований систем основной обработки почвы (1976-1998) за период май-август колебались от 70,6 до 362,7 мм при среднемноголетней норме 177,9. Благоприятные для роста и развития изучаемых сельскохозяйственных культур сложились 1976, 1978, 1982, 1983, 1985, 1986, 1989, 1990, 1993, 1997 годы.

В 1979, 1981, 1992 годах на полях стационара, где изучались системы основной обработки почвы, наблюдались весенне-летние, а в 1988 году летняя засуха средней интенсивности. В 1996 году установлена сильная, а в 1995 и 1998 годах очень сильные весенне-летние засухи. Помимо данных лет крайне неблагоприятными для роста и развития сельскохозяйственных культур были 1980 и 1984 годы.

Остальные годы были на уровне среднемноголетних климатических данных.

При изучении адаптивного потенциала сортов, различных технологических комплексов способов основной обработки почвы и посева при возделывании зерновых культур и технологий систем обработки почвы и посева возделывания сельскохозяйственных культур в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах (2000-2014 гг.) выявлены климатические показатели, которые представлены в приложениях 1-5.

В осенний период 1999 года температурный режим близкий к норме и количество осадков 90,6% (от среднемноголетнего значения) способствовали появлению дружных всходов озимой пшеницы в исследуемых стационарах.

Метеоусловия вегетационного периода 2000 года отличались повышенным количеством осадков за период май-июнь 134,0% (от среднемноголетней нормы) и пониженными температурами, что создало благоприятные условия для роста и развития растений. Недостаточное количество осадков в июле (40,7% от нормы) и повышенный температурный

режим на 1⁰С существенно не повлияли на урожайность зерновых культур, но ухудшили качество зерна.

Благоприятные условия осеннего периода 2000 года для роста и развития озимых культур обеспечили дружное появление всходов и хорошее отрастание растений озимой пшеницы. Обильные осадки сентября-апреля (135,7% от нормы), и аномальные положительные температуры в зимние месяцы 2001 года (с частыми оттепелями) создали условия для накопления отличных запасов продуктивной влаги в почве к возобновлению весенней вегетации растений.

Весна в 2001 году наступила на 4 дня раньше нормы (12 апреля) и отличалась быстрым нарастанием температуры, что позволило, при наступлении физической спелости почвы, начать полевые работы в конце второй декады апреля. Большое количество осадков в мае 56,6 мм (195,8% от нормы) благоприятно повлияло на рост и развитие изучаемых сельскохозяйственных культур. Последующая летняя засуха очень сильной интенсивности с 10 суховейными днями в июле и ГТК=0, оказала негативное влияние на качество зерна зерновых культур и на формирования урожая поздних (проса, кукурузы).

Погодные условия осеннего периода 2001 года с пониженным количеством осадков (80% от нормы за сентябрь) и температурой близкой к норме незначительно ухудшили полевую всхожесть озимой пшеницы. Количество осадков за сентябрь-апрель не отличалось от среднемноголетних показателей. При аномально повышенной температуре января (на 5,8⁰), февраля (на 11,2⁰) и марта (на 8,2⁰) промерзание почвы было не большим. В результате усвоение осадков было хорошим.

К возобновлению вегетации сельскохозяйственных культур - 24 марта, что на 20 дней раньше нормы, запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы были средними.

Вегетационный период 2002 года характеризовался продолжительной весенней засухой. За апрель – май выпало 20,1мм (33,2 % от нормы) осадков. Близкие к норме осадки июня - 56,3 мм способствовали хорошему росту и

развитию ранних яровых зерновых культур и наливу зерна озимой пшеницы, что обеспечило, несмотря на засушливость июля (недобор осадков, повышенная температура) урожайность зерновых на уровне и выше среднемультилетних данных.

Засушливый осенний период 2002 года замедлил появление всходов и отрастание растений озимой пшеницы. Однако хорошие условия перезимовки и оптимальный водный и температурный режимы в апреле-мае создали благоприятные условия для развития и роста сохранившихся растений озимой пшеницы весной.

Вегетационный период 2003 года характеризовался обилием осадков (за май-июль их выпало 196,4 мм или 144,8 % нормы) и пониженной температурой июня (на 4°С ниже нормы). В этих условиях рост и развитие яровых и озимых зерновых культур проходило в достаточно благоприятных условиях, что позволило получить высокий урожай яровой пшеницы и проса.

Правильный уход за парами в весенне-летний период 2003 года обеспечил хорошие запасы продуктивной влаги к посеву и дружные всходы озимой пшеницы. В дальнейшем недостаточное количество осадков сентября (25% нормы) не оказало сильного влияния на развитие растений и в зиму посева ушли в хорошем состоянии. В период от возобновления вегетации и до трубкования озимой пшеницы температура воздуха и количество осадков были на уровне среднемультилетних значений. Засушливый период в критические фазы роста (трубкование – колошение) не существенно снизил урожайность данной культуры в 2004 году.

В отличие от озимой пшеницы, недостаточное количество осадков в мае-июне 2004 г. оказало большое негативное влияние на рост и развитие растений яровой пшеницы. Обильные осадки июля и температурный режим близкий к норме, оказали положительное действие на урожайность пропашных культур и проса и не выправили положения (из-за увеличения засоренности полей сорняками) на посевах яровой пшеницы.

При температурном режиме за сентябрь-октябрь в пределах нормы и повышенном количестве осадков (170% от нормы) осенью 2004 года создались благоприятные условия для роста и развития растений озимой пшеницы. Вегетацию они закончили в хорошем состоянии. За зимние месяцы аномально низкие температуры выявлены в феврале и марте. Однако при достаточном снежном покрове и влагообеспеченности этот фактор не повлиял на перезимовку озимых. При возобновлении весенней вегетации сельскохозяйственных культур в 2005 году запасы продуктивной влаги в почве превышали среднееголетние показатели на 15-29%.

В целом вегетационный период 2005 года характеризовался продолжительной весенней и позднелетней засухой. Дефицит осадков за май составил 73,0%. Температура воздуха за этот месяц была на 3,2° выше нормы. Сложившиеся погодные условия отрицательно повлияли на урожайность яровых зерновых культур.

Осенью 2005 года наблюдался острый дефицит атмосферных осадков. За сентябрь-ноябрь выпало 30,8% осадков от среднееголетних значений, что негативным образом сказалось на полевой всхожести, росте и развитии растений озимой пшеницы в осенний период.

Вегетационный период 2006 года отмечался обилием осадков в начале и конце вегетационного периода и сильной продолжительной засухой в его середине. За июнь и две декады июля выпало 37,5 мм осадков, что в 2 раза ниже многолетней нормы. При повышенной температуре воздуха на 2,9° в период от кущения до колошения яровой пшеницы (критический период по влагообеспеченности растений) ГТК составил 0,33, что свидетельствует о очень сильной атмосферной засухе. В результате продуктивность сельскохозяйственных культур в текущем году была ниже среднееголетних значений.

В осенний период 2006 года, до прекращения вегетации, температурный режим близкий к норме и пониженное количество осадков (85,1% от нормы) создали удовлетворительное условие для развития и роста растений озимой

пшеницы. При аномально высокой температуре воздуха во вневегетационный период и снежном покрове на уровне и выше среднемноголетних значений (количество осадков - 135,2% от нормы), установлена хорошая перезимовка озимых. Начало вегетации 2007 года отмечено на 12 дней раньше нормы. Однако пониженный температурный режим и переувлажнённая почва не ускорили развитие растений озимых культур в весенний период и сдвинули сроки посева яровых.

В дальнейшем резкое повышение температуры, по сравнению со среднемноголетними значениями, +2,7°C (2 декада) и +7,7°C (3 декада мая) при недостаточном количестве осадков, обеспечило неблагоприятные условия для развития озимых и яровых культур. В период от кущения до молочной спелости зерна озимой пшеницы и от посева до начала колошения яровой мягкой пшеницы выпало (33,8% от нормы) осадков при ГТК= 0,23. Обильные осадки июля спровоцировали отрастание второй волны сорняков, преимущественно однодольных, особенно на яровой пшенице, что в результате не способствовало улучшению показателей элементов структуры и урожайности исследуемых культур.

2007-2008 сельскохозяйственный год характеризовался крайне нестабильным температурным режимом и неравномерным выпадением осадков. Прекращение вегетации сельскохозяйственных культур наступило на 8 дней позже нормы. При температурном режиме близком к норме и пониженном количестве осадков (62,8% от нормы за сентябрь, октябрь) на озимых к концу вегетации наблюдался дефицит почвенной влаги.

С ноября по январь отмечалась аномально низкая температура воздуха (на 2,7-8,8°C ниже нормы). Однако при количестве осадков близких к норме (97,6% среднемноголетних) и отсутствие оттепелей гибель растений в этот период не наблюдалась.

Начало вегетации растений в 2008 году установлено на 16 дней раньше нормы (30 марта). К этому времени запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы были на уровне среднемноголетних значений. Физическая спелость

почвы наступила в начале второй декады апреля, в это же время был произведён основной сев яровых зерновых культур. В дальнейшем на фоне острой продолжительной засухи в апреле-июне (52,7% количества осадков от нормы) выявлено угнетение яровых зерновых. Особенно сильно пострадала яровая пшеница.

Большое количество осадков в начале июля способствовало улучшению условий для роста и развития поздних сельскохозяйственных культур, но не оказало существенного положительного влияния на продуктивность ранних яровых зерновых и вызвало появление «второй волны» сорняков.

В 2008 году прекращение вегетации сельскохозяйственных культур наступило на 8 дней позже нормы. При температурном режиме близком к норме и пониженном количестве осадков (68,1% от нормы за сентябрь, октябрь) на озимых к концу вегетации наблюдался дефицит почвенной влаги. Недостаточное количество осадков с ноября по март (64,2% от нормы) и температуре воздуха выше на $0,5^{\circ}\text{C}$ среднемноголетних значений не сказалось на перезимовке адаптивных к местным условиям сортов озимой пшеницы селекции Самарского НИИСХ. Хорошее усвоение осадков вневегетационного периода повысило запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы к началу полевых работ до уровня нормы.

Возобновление вегетации сельскохозяйственных культур весной 2009 года произошло 13 апреля, что близко к норме. При температурном режиме ниже среднемноголетних значений на $0,4-1,8^{\circ}\text{C}$, посев яровых зерновых был проведен в ранние, по сравнению со среднемноголетними, сроки на пшенице – 17 апреля, ячмене – 21 апреля. В условиях атмосферной и почвенной весенне-летней засухи (ГТК в период посев-трубкавание – 0,26) ранний посев улучшил условия роста и развития растений яровой пшеницы и ярового ячменя.

2009-2010 сельскохозяйственный год характеризовался пониженным температурным режимом в зимние и аномально повышенным в летние месяцы. Количество осадков практически во все месяцы было ниже нормы. Прекращение вегетации сельскохозяйственных культур в 2009 году наступило

на 12 дней позже нормы. При температурном режиме выше нормы $+1,7-2,2^{\circ}\text{C}$ и пониженном количестве осадков (75,1% от нормы за сентябрь, октябрь) на озимых к концу вегетации наблюдался дефицит почвенной влаги.

В зимние месяцы (декабрь-март), при отсутствии снежного покрова в декабре, аномально низкая температура на $1,5-6,7^{\circ}\text{C}$ ниже нормы, способствовала удовлетворительной и ниже перезимовке растений озимой пшеницы.

В 2010 году возобновление вегетации сельскохозяйственных культур произошло на уровне среднемноголетних сроков (14 апреля). К этому времени запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы были хорошие. Физическая спелость почвы, при температурном режиме выше нормы на $0,8-2,8^{\circ}\text{C}$, наступила к концу апреля. На фоне аномальной засухи за последние 100 лет, в апреле – июле (21,2% осадков от нормы) и ГТК – 0,15, создались неблагоприятные условия для роста и развития всех сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой пшеницы. Что негативно сказалось на продуктивности исследуемых культур. Особенно сильно от общей (атмосферной и почвенной) засухи пострадали ранние яровые зерновые.

Недостаточное количество осадков в осенний период 2010 года способствовало поздним всходам озимой пшеницы. Растения прекратили вегетацию в фазу всходов на 3 дня раньше среднемноголетних значений.

2011 год, характеризовался пониженным температурным режимом в зимние месяцы (январь, февраль) и повышенным в летние (июль, август). Среднегодовая температура и количество осадков было на уровне среднемноголетних значений. Возобновление вегетации сельскохозяйственных культур произошло на уровне среднемноголетних сроков (14 апреля). К этому времени запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы были на уровне среднемноголетних значений.

Благоприятные погодные условия мая – июня обеспечили хорошие условия для роста и развития яровых культур. Атмосферная засуха в июле ухудшила структурные показатели яровой твёрдой пшеницы

2011-2012 сельскохозяйственный год, отмечался пониженным температурным режимом в начале зимы (ноябрь) и в её конце (февраль, март) и аномально повышенным в весенне-летний период (апрель-август) на $2,7^{\circ}\text{C}$ выше нормы. В апреле среднемесячная температура воздуха превышала среднемноголетнее значение на $5,7^{\circ}\text{C}$. В целом среднегодовая температура, по сравнению со среднемноголетними данными, повышалась на $0,6^{\circ}\text{C}$. Количество осадков за сельскохозяйственный год превышало норму на $28,4\%$, однако эти показатели связаны с обилием осадков в сентябре, когда их выпало более четырёх месячных норм.

В 2012 году возобновление вегетации сельскохозяйственных культур произошло на два дня раньше среднемноголетних сроков (12 апреля). К этому времени запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы были значительно выше среднемноголетних значений. При этом аномально высокая температура во второй и третьей декаде апреля (на $6,7-8,1^{\circ}\text{C}$ выше нормы) способствовала быстрому наступлению физической спелости почвы. Посев ранних яровых культур начался на 10 дней раньше среднемноголетних сроков.

При пониженном количестве осадков и повышенном температурном режиме яровые и озимые зерновые, подсолнечник, посеянные в оптимальные сроки, в течение вегетации развивались нормально.

2012-2013 сельскохозяйственный год, характеризовался повышенным температурным режимом в позднеосенний (октябрь, ноябрь) $+3,0+3,7^{\circ}\text{C}$ от нормы и весенне-летний периоды (апрель-август) $+0,2+2,5^{\circ}\text{C}$, при температурном режиме близком к норме в зимние месяцы (декабрь-март)

Отсутствие снега в декабре способствовало критическому для перезимовки озимой пшеницы снижению температуры (до -17°C) на глубине узлов кущения, что способствовало гибели растений озимой пшеницы, особенно инорайонных сортов. У исследуемого сорта Малахит, селекции Самарского НИИСХ, полностью погибла надземная часть, однако благоприятные условия апреля способствовали хорошему отрастанию повреждённых растений. Среднегодовая температура в текущем году, по

сравнению со среднемноголетними показателями, повышалась на $1,2^0$. Количество осадков за сельскохозяйственный год составило 96,2 % от нормы, однако их распределение по месяцам и периодам было очень неравномерным.

В период с сентября по март выпало недостаточное количество осадков - 194,6 мм (79,3 % от нормы). Обильные осадки апреля (183,8 % от нормы) способствовали хорошему развитию всех яровых культур в начальные фазы. В дальнейшем, при ГТК за май-июнь = 0,31, что соответствует сильной засухе, развитие растений ярового ячменя и пшеницы ухудшилось, что существенно снизило их урожайность, по сравнению со среднемноголетними значениями.

Климатические условия для роста и развития сои складывались неоднозначно. От посева (2 декада мая) до цветения (3 декада июня) наблюдался дефицит осадков (50,4 мм), а среднесуточная температура воздуха за этот период, превышала норму на $2,6^0\text{C}$. Растения сои в этот период были угнетены, их рост замедлен.

Прошедшие в июле осадки положительно повлияли на налив зерна яровой твёрдой пшеницы, а осадки июля и августа на формирование зерна бобов сои и маслосемян подсолнечника, что обеспечило урожайность поздних культур на уровне и выше среднемноголетних значений.

В 2013-2014 сельскохозяйственном году, наблюдалось резкое колебание температуры воздуха. Повышенный температурный режим отмечался в позднеосенний (ноябрь, декабрь) $+2,6 +5,4^0\text{C}$ (от нормы) и весенний периоды (март, май) $+3,0^0\text{C}$. Пониженный температурный режим выявлен в феврале - $2,7^0\text{C}$ (от нормы).

Большое количество осадков (более двух месячных норм) в сентябре способствовало хорошему развитию озимых зерновых культур в осенний период и накоплению запасов продуктивной влаги к началу весенних полевых культур.

Несмотря на аномально жёсткие условия (ГТК – 0,22) в критические по влагообеспеченности фазы развития озимой пшеницы (кущение-колошение) и яровых зерновых (всходы-трубкование) осадки (85 мм), прошедшие во второй

декаде июня, обеспечили урожайность озимых и ранних яровых культур выше среднемноголетних значений. В дальнейшем аномальные условия (ГТК за 3 дек. июня-август=0,19) негативно повлияли на формирование урожая поздних яровых культур (подсолнечника и сои).

2.3. Методика и агротехника проведения опытов

Исследования по повышению эффективности возделывания полевых культур на чернозёме обыкновенном Среднего Заволжья проводили в стационарных опытах лаборатории обработки почвы и отдела земледелия и новых технологий Самарского НИИСХ (главы 3-8).

На изучение были поставлены следующие вопросы.

Стационарный опыт №1: Влияние способов основной обработки на свойства чернозёма обыкновенного, засорённость посевов и продуктивность зернопаропропашного севооборота (глава 4). Опыт был заложен доктором с.-х. наук, профессором, заслуженным работником сельского хозяйства РФ, лауреатом Губернской премии в области науки и техники И.А.Чудановым. Исследования проведены в семипольном зернопаропропашном севообороте, развёрнутом во времени и пространстве в период с 1975 по 1998 годы.

Чередование культур: чистый пар – озимая пшеница – просо – ячмень – кукуруза на з/м – яровая пшеница – овёс.

В схему опыта было включено пять способов основной обработки почвы:

1. Вспашка на глубину 20-22 см, под все культуры севооборота (контроль);
2. Лемешное лушение на 12-14 см, под все культуры;
3. Плоскорезная обработка на 20-22 см, под все культуры;
4. Плоскорезная обработка на 10-12 см, под все культуры;
5. До 1982 года – без основной обработки почвы, с 1983 года – комбинированная обработка в севообороте: под пар – плоскорезная на 10-12

см, под кукурузу вспашка на 20-22 см, под просо и яровую пшеницу-лемешное лушение на 12-14 см, под ячмень и овёс – плоскорезная обработка на 20-22 см.

Основная обработка почвы проводилась согласно схеме опыта после уборки предшествующей культуры и внесения основного удобрения в конце августа - сентябре. Для вспашки использовали плуг ПН-4-35, мелкой отвальной обработки почвы – ПЛС-5-25 и ПРУН-5-40, плоскорезной обработки на глубину 20-22 см – КПГ – 250, на 10-12 см – КПШ -5. Покровное боронование проводилось боронами БЗСС-1,0. При уходе за парами и предпосевной культивации применяли – КПС-4, с последующим прикатыванием ЗККШ-6.

Норма высева всхожих семян для яровой пшеницы – 5 млн/га, ячменя и озимой пшеницы – 4 млн/га, овса – 4,5 млн/га, проса – 3 млн/ га. Посев кукурузы с нормой высева 60-70 тыс. всхожих семян на 1 га проводился сеялкой СПЧ-6.

Удобрения в севообороте вносили по следующей схеме: под пар и кукурузу – $N_{60}P_{60}K_{60}$ (основное); на озимой пшенице – весной проводилась некорневая подкормка (N_{30}); под просо, ячмень и овёс вносили – $N_{20}P_{20}$ (припосевное); под яровую пшеницу – $N_{30}P_{30}K_{30}$ (основное).

Размещение делянок методом рендомизированных блоков. Повторность опыта - трёхкратная, общая площадь делянок – 1500 м², учётная – 200 м².

Стационарный опыт № 2: по выявлению сортов зерновых культур наиболее адаптивных к почвенно-климатическим условиям Среднего Заволжья и современным технологиям проводили с 2006 по 2009 годы с использованием новых, созданных в Самарском НИИСХ, сортов озимой и яровой мягкой пшеницы, ярового ячменя (глава 5).

Изучали следующие сорта:

- озимая мягкая пшеница – Безенчукская 380, Светоч, Малахит, Санта, Бирюза, Самкрас;

- яровая мягкая пшеница – Тулайковская 5, Тулайковская 10, Тулайковская 100, Тулайковская золотистая, Тулайковская остистая;
- яровой ячмень – Прерия, Безенчукский 2, Беркут, Ястреб, Орлан.

При разработке схемы и программы исследований руководствовались рекомендациями и методиками Госкомиссии по сортоиспытанию, Всероссийского НИИСХ Юго-Востока, Самарского НИИСХ.

Согласно требованиям методики полевого опыта исследования, проводили в севообороте, развернутом в пространстве и времени. Чередование культур в зернопаровом севообороте: пар чёрный – озимая пшеница – яровая пшеница – яровой ячмень.

Исследования проводили на фоне минимальной обработки почвы (на 12-14 см).

Оценка агроэкономической эффективности сортов осуществлена при трех уровнях минерального питания.

На озимой мягкой пшенице изучались следующие варианты:

1. Естественное плодородие почвы, без удобрений (контроль);
2. Расчётные дозы удобрений, уровень применения минеральных удобрений под урожай – 4,0 т/га;
3. Расчётные дозы удобрений, уровень применения минеральных удобрений под урожай – 4,5 т/га,

Применяемые дозы удобрений на озимой пшенице:

- расчётные 1 в 2007г. – $N_{25,8}P_{18}K_{20}$; 2008г. – $N_{35,4}P_{12,9}K_{24}$; 2009г. – $N_{24,3}P_{15,8}K_{17}$;
- расчётные 2 в 2007г. – $N_{51,6}P_{36}K_{38,9}$; 2008г. – $N_{62,1}P_{34,9}K_{46,2}$; 2009г. – $51,0P_{37,8}K_{35,9}$.

На яровой мягкой пшенице и ячмене исследования проводились на следующих вариантах:

1. Естественное плодородие почвы, без удобрений (контроль)
2. Расчётные дозы удобрений, уровень применения минеральных удобрений под урожай – 2,0 т/га (пшеница) – 3,0 т/га (ячмень);

3. Расчётные дозы удобрений, уровень минерального питания под урожай – 2,5 т/га (пшеница) – 3,5 т/га (ячмень).

Дозы удобрений под яровые культуры:

– расчётные 1 в 2007г. – $N_{34}P_7K_5$; 2008г. – $N_{40}P_4K_{10}$; 2009г. – $N_{32}P_{10}K_{16}$;

– расчётные 2 в 2007г. – $N_{57,3}P_{37}K_{22,8}$; 2008г. – $N_{63,3}P_{34}K_{27,8}$; 2009г. – $N_{55,3}P_{40}K_{33,8}$.

Расчётные дозы минеральных удобрений определялись методом Шатилова-Каюмова [168].

Размещение вариантов – методом расщепленных делянок. Площадь опытных делянок по уровням минерального питания – 250 м², по сортам – 44-50 м². Повторность в опытах – трехкратная.

Изучение различных различных систем обработки почвы и технологий посева при возделывании зерновых культур с использованием отечественных и зарубежных почвообрабатывающих орудий, и посевных агрегатов проведено в стационарном опыте № 3 в 1999-2002 гг. в четырёхпольном зернопаровом севообороте: чистый пар – озимая пшеница – яровая пшеница – яровая пшеница (глава 6).

Схема опыта при возделывании озимой пшеницы включала следующие способы основной обработки почвы и посева:

1. Вспашка (25-27 см) + рядовой посев СЗ-3,6 (контроль);
2. Плоскорезная обработка (10-12 см) + рядовой посев СТС – 6;
3. Минимальная обработка (10-12 см) + рядовой посев ДМС Primera 601;
4. Мульчирующая обработка (10-12 см) + разбросной посев АУП-18.05;
5. Мульчирующая обработка (10-12 см) + позднеосеннее рыхление чизелем (25-27 см) + разбросной посев АУП-18.05;
6. Без осенней обработки под пар + разбросной посев АУП-18.05;
7. Без осенней обработки под пар + рядовой посев ДМС Primera 601.

При возделывании яровой пшеницы и в целом продуктивность севооборота изучалась в 1, 4 и 6 вариантах опыта (табл.1).

Схема опыта: «Изучение различных различных систем обработки почвы и технологий посева при возделывании зерновых культур с использованием отечественных и зарубежных почвообрабатывающих орудий, и посевных агрегатов».

№ варианта	Система обработки почвы и технологий посева	Система машин
1.	Вспашка на 25-27 см под все культуры севооборота, весеннее боронование, предпосевная культивация, прикатывание, рядовой посев	ПЛН-5-35; КПС-4; БЗСС-1,0; ЗККШ-6; СЗ-3,6
2.	Плоскорезная обработка на 10-12 см, весеннее боронование, рядовой посев стерневой сеялкой	КПШ-5; БЗСС-1,0; СТС-6
3.	Минимальная обработка на 10-12 см, весеннее боронование, посев пневматической сеялкой	Smaragd 9/400; БЗСС 1,0; DMC Primera 601
4.	Мульчирующая обработка на 10-12 см, весеннее боронование, разбросной посев универсальным агрегатом	ОПО-4,25; БЗСС 1,0; АУП-18.05
5.	Мульчирующая обработка на 10-12 см, позднеосеннее рыхление на 25-27 см, весеннее боронование, посев универсальным агрегатом	ОПО-4,25; ПЧ-4,5; БЗСС 1,0; АУП-18.05
6.	Без осенней обработки пара (прямой посев яровой пшеницы), весеннее боронование, посев универсальным агрегатом	БЗСС 1,0; АУП-18.05
7.	Без осенней обработки, весеннее боронование, посев пневматической сеялкой	БЗСС 1,0; DMC Primera 601

При уходе за парами на всех вариантах опыта проводили послойную обработку культиватором КНК -8.

Посев яровой пшеницы осуществлялся в третьей декаде апреля, озимой – в третьей декаде августа.

Норма высева семян: озимой пшеницы Безенчукская 380 – 4,5 млн. всхожих семян на гектар, яровой мягкой пшеницы Тулайковская 1 – 4,8 млн./га

На вариантах без осенней обработки после уборки озимой пшеницы применялся гербицид сплошного действия – Раундап (4-5 л/га). В фазу полного кущения яровой пшеницы посевы обрабатывались послевсходовыми гербицидами.

Весной посевы озимой пшеницы подкармливали аммиачной селитрой (N₃₀).

Размещение делянок систематическое. Повторность опыта – трёхкратная, общий размер делянок – 1100 м², учётная площадь – 200 м².

Исследования по изучению влияния современных технологических систем обработки почвы и посева на плодородие чернозёма обыкновенного, продуктивность и эффективность возделывания полевых культур проводились в **стационарном опыте № 4 (1999-2010 гг.)**.

Изучались пять технологических систем:

1. Контроль – традиционная система обработки и посева под все культуры севооборота;

2. Дифференцированная 1 – мелкая мульчирующая обработка почвы под зерновые, глубокое рыхление в чистом пару, и под кукурузу, разбросной посев;

3. Дифференцированная 2 – прямой посев зерновых культур, глубокое рыхление под пятую культуру севооборота (обработка общеистребительными гербицидами парового поля);

4. Мелкая мульчирующая обработка почвы под все культуры севооборота, разбросной посев;

5. Дифференцированная 3 – обработка дисковыми орудиями под

зерновые культуры и в пару, глубокое рыхление под пятую культуру севооборота (ПЧ-4,5) разбросной посев, (обработка общеистребительными гербицидами парового поля);

Исследования проводились в семипольном севообороте с чередованием культур: чистый пар, озимая пшеница, просо, яровая пшеница, кукуруза (с 2006г. горох + овёс), яровая пшеница, ячмень.

Размещение делянок методом рендомизированных блоков. Площадь делянки – 0,15 га, повторность трехкратная.

Полная схема опыта приводится в таблице 2.

В стационарном опыте №5 в полевом шестипольном зернопаропропашном севообороте (2011-2014 гг.) с чередованием культур: чистый пар – озимая пшеница – соя – яровая – пшеница – ячмень – подсолнечник изучались семь вариантов агротехнологий с различными уровнями интенсивности пашни возделывания сельскохозяйственных культур и применением для посева зерновых комбинированного посевного агрегата АУП-18.05 (раздел 7.6).

Схема опыта представлена в таблице 3.

Размещение вариантов в опыте систематическое, повторность трёхкратная. Площадь делянок 1100м², учетная – 200м².

В опытах проводились следующие учёты и наблюдения:

Структурно-агрегатный состав почвы. Определялся по методу Н.И. Савинова, фракционированием почвы в воздушно-сухом состоянии (сухое просеивание). Образцы почвы отбирались в паровом поле, весной послойно по глубинам 0-10, 10-20, 20-30 см равномерно по диагонали делянки в трехкратной повторности [40].

Сопротивление пенетрации почвы. Определялось прибором пенетрометром, измеряющим сопротивление почвы или усилие необходимое для проникновения зонда в почву. Наблюдения проводились весной (перед посевом), в колошение зерновых культур и после уборки. В чистом пару -

Таблица 2

Схема опыта: «Влияние современных технологических систем обработки почвы и посева на плодородие чернозёма обыкновенного, продуктивность и эффективность возделывания полевых культур»

№ варманта	Система обработки почвы	Система удобрений	Система защиты растений	Система машин
1	Вспашка на 20-22см под все культуры севооборота, весной боронование и предпосевная культивация на 8-10см	Подкормка под озимые N ₃₀	Посев протравленными семенами; применение пестицидов (по ЭПВ – экономическому порогу вредоносности)	ПЛН-5-35; КПС-4; БЗСС-1,0; ЗККШ-6; СЗП-3,6
2	Мелкая мульчирующая обработка под яровые зерновые культуры на 10-12см, в чистом пару и под горох + овёс рыхление на 25-27см	-//-	-//-	ОПО-4,25; ПЧ-4,5, БЗСС-1,0; посев зерновых комбинированным агрегатом АУП-18.05.
3	С осени почва не обрабатывается под все зерновые культуры севооборота (под горох + овёс глубокое рыхление на 25-27см)	-//-	Посев протравленными семенами; осеннее применение гербицидов сплошного действия (Раундап и др.), обработка посевов пестицидами (по ЭПВ)	БЗСС 1,0; ПЧ-4,5; посев зерновых АУП-18.05.
4	Мелкая мульчирующая обработка на 10-12см под все культуры севооборота	-//-	Посев протравленными семенами; применение пестицидов (по ЭПВ)	ОПО-4,25, БЗСС-1,0; АУП-18.05.
5	Под горох + овёс – безотвальное рыхление на 25-27см, под зерновые и пары – обработка дисковыми орудиями	-//-	С осени в пару обработка гербицидом Раундап. Посев протравленными семенами, обработка гербицидом (по ПВ)	Посев зерновых АУП-18.05. Поверхностная обработка осенью бороной КЮНЕ-770; ПЧ-4,5.

Таблица 3

Схема опыта «Изучение агротехнологий с различными уровнями интенсивности пашни возделывания
сельскохозяйственных культур с использованием комбинированных посевных агрегатов»

Элементы технологии	Варианты опыта						
	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
Озимая мягкая пшеница							
Основная обработка почвы	Вспашка на 25-27 см	Вспашка на 25-27 см	Минимальная обработка почвы на 10-12 см	Минимальная обработка почвы на 10-12 см	Минимальная обработка почвы на 10-12 см	Минимальная обработка почвы на 10-12 см	Минимальная обработка почвы на 10-12 см
Минеральные удобрения	-	N ₄₅ P ₁₅ K ₁₅	-	-	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	N ₄₅ P ₁₅ K ₁₅	N ₄₅ P ₁₅ K ₁₅
Биопрепарат	-	-	-	Богатый +Бионекс Кеми	-	-	Богатый +Бионекс Кеми
Защита растений	Протравитель + инсектицид + гербицид (при превышении ЭПВ)						
Соя							
Основная обработка почвы	Вспашка на 25-27 см	Вспашка на 25-27 см	Безотвальная обработка почвы на 25-27 см	Безотвальная обработка почвы на 25-27 см	Безотвальная обработка почвы на 25-27 см	Безотвальная обработка почвы на 25-27 см	Безотвальная обработка почвы на 25-27 см
Минеральные удобрения	-	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	-	-	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅
Биопрепарат	-	-	-	Богатый +Бионекс Кеми	-	Богатый +Бионекс Кеми	-
Защита растений	Инокуляция ризоторфином + обработка гербицидами						
Яровая твёрдая пшеница							
Основная обработка почвы	Вспашка на 25-27 см	Вспашка на 25-27 см	Минимальная обработка почвы на 10-12 см	Минимальная обработка почвы на 10-12 см	Минимальная обработка почвы на 10-12 см	Минимальная обработка почвы на 10-12 см	Минимальная обработка почвы на 10-12 см

продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Минеральные удобрения	-	N ₃₀	-	-	N ₃₀	N ₃₀	N ₃₀
Биопрепарат	-	-	-	Фитоспорин +Богатый	-	-	-
Защита растений	-	Децис Профи 2 раза	-	-	-	Децис Профи 2 раза	Децис Профи 2 раза
	Протравливание семян Ламадор, гербицид Секатор Турбо						
Яровой ячмень							
Основная обработка почвы	Вспашка на 25-27 см	Вспашка на 25-27 см	Минимальная обработка почвы на 10-12 см	Минимальная обработка почвы на 10-12 см	Минимальная обработка почвы на 10-12 см	Минимальная обработка почвы на 10-12 см	Минимальная обработка почвы на 10-12 см
Минеральные удобрения	-	N ₃₀	-	-	N ₃₀	N ₃₀	N ₃₀
Биопрепарат	-	-	-	Фитоспорин + Богатый	-	-	-
Защита растений	-	Децис Профи (при превышении ЭПВ)	-	-	-	Децис Профи (при превышении ЭПВ)	Децис Профи (при превышении ЭПВ)
	Протравливание семян Ламадор, гербицид Секатор Турбо						
Подсолнечник							
Основная обработка почвы	Вспашка на 25-27 см	Вспашка на 25-27 см	Безотвальная обработка почвы на 25-27 см	Безотвальная обработка почвы на 25-27 см	Безотвальная обработка почвы на 25-27 см	Безотвальная обработка почвы на 25-27 см	Безотвальная обработка почвы на 25-27 см
Минеральные удобрения	-	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	-	-	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅
Биопрепарат	-	-	-	Богатый +Бионекс Кеми	-	Богатый +Бионекс Кеми	-
Защита растений	При возделывании по технологии Экспресс Сан (2013, 2014 гг) обработка гербицидом Экспресс + Тред						

второе наблюдение в середине вегетации, третье - в период посева озимой пшеницы.

Измерение производили послойно по глубинам 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60 см равномерно по диагонали делянки в трехкратной повторности.

Плотность почвы. Почвенные образцы отбирали весной перед посевом и перед уборкой урожая по слоям 0-10, 10-20, 20-30 см в трехкратной повторности методом цилиндров. Плотность почвы рассчитывалась по формуле: $Y=a/p$, а вес – абсолютно-сухой почвы, p – объем цилиндра 408 см^3 [135].

Определение густоты посевов и степени изреживания растений. Густота стояния растений определялась на всех делянках опыта при полных всходах. Степень изреживания растений к уборке определяли на постоянных площадках, выделяемых при подсчете густоты всходов [135].

Фенологические наблюдения. Отмечали следующие фазы развития растений ярового ячменя озимой и яровой пшеницы: всходы (полные), кущение, выход в трубку, колошение, цветение, молочная, восковая и полная спелость зерна.

На просе и овсе фиксировались: всходы (полные), кущение, выход в трубку, выметывание, цветение, молочная, восковая и полная спелость зерна [135].

Влажность почвы. Почвенные пробы отбирали осенью перед замерзанием почвы, весной и перед уборкой урожая послойно через 10 см на глубину 1,0 м. Отобранные пробы высушивали до постоянного веса при температуре 140°C в течение 6 часов. Содержание влаги вычисляли в процентах от массы абсолютно – сухой почвы, запасы продуктивной влаги – в миллиметрах [86, 135].

Динамика питательного режима. Отбор почвенных проб для определения усвояемых форм питательных веществ макроэлементов (NO_3 , P_2O_5 , K_2O) проводили в два срока на всех изучаемых культурах. Пробы почвы отбирали в слое 0-30 см в четырех точках на каждой делянке парным способом.

Для определения основных показателей почвенного плодородия отбор почвенных проб проводили на закрепленных площадках в двух несмежных повторностях в слоях 0-10, 10-20, 20-30, 30-60 см, в начале и в конце ротации севооборотов. В отобранных образцах проводили анализы на содержание гумуса, рН (в солевой вытяжке), суммы поглощенных оснований, легкогидролизуемого азота, гидролитической кислотности, нитрифицирующей способности почвы, подвижных форм азота, фосфора и калия [84, 85, 89, 90].

Микробиологический анализ почвы. Выделение и учет общей численности микроорганизмов в почве, и соотношение их основных групп проводили методом посева почвенной болтушки на твердых стерильных питательных средах: бактерии – на МПА, актиномицеты – на крахмало-аммиачной среде, грибы – на среде Чапека, в середине и в конце вегетации на заключительном поле севооборота (глава 7).

Ферментативная активность почвы. Определялась в начале и конце вегетации ярового ячменя (глава 7). Активность каталазы определяли по методу А.Ш. Галстяна с дальнейшим расчётом в мг O_2 на 1 г абсолютно сухой почвы за 2 минуты, активность фосфатазы и уреазы по методам анализа загрязнителей окружающей среды соответственно в мг фенолфталеина на 1 г абсолютно сухой почвы за 1 час и мг $N-NH_3$ на 1 почвы за 1 час [6, 285, 286].

Целлюлозо-разлагающая способность почвы. Определяли методом льняных полотен [259]. Подготовленные пластины закапывались в почву на делянках в слой 0-30 см в трехкратной повторности по диагонали делянки. В вегетационный период проводились 3 наблюдения (через 20, 40, 60 дней).

Засоренность посевов. На посевах яровых зерновых культур учет засоренности проводился до, и после обработки гербицидами (количественно-видовой учет), перед уборкой урожая (количественно-весовой) учёт осуществлялся на всех изучаемых культурах.

Определялось количество и вид сорняков, а перед уборкой и масса сорных растений [135].

Элементы структуры урожая. Пробы составлялись из растений, взятых перед уборкой урожая с закрепленных площадок. В пробе определялось количество стеблей, продуктивных колосьев, масса зерна и соломы, отношение зерна к соломе. При анализе 50 растений устанавливали высоту и массу растений, количество и массу зерна в колосе [135].

Учет урожая и определение качества зерна. Учет урожая проводили прямым комбайнированием комбайном «Сампо 130» с учетной площади делянки. Пробы зерна для анализов отбирали непосредственно после взвешивания урожая с каждой делянки. Определялась влажность, сорность и качественные показатели (натура зерна, масса 1000 зерен), а также технологические свойства зерна [80-83, 87].

Результаты учётов и наблюдений обрабатывались методом дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову (1985), Е.А. Дмитриеву (1995) [100, 106] на ЭВМ (Программа AGROS ver. 2.09. Пакет программ статистического анализа в растениеводстве и селекции. 1993-2000 гг.).

Экономическая и энергетическая оценка севооборотов. Экономическая оценка эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах рассчитывалась в соответствии с принятыми методиками [318, 319].

Энергетическая оценка проведена в соответствии с «Методикой оценки энергетической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур» [189]. Подсчитывали энергию, накопленную урожаем и затраты совокупной энергии на возделывание сельскохозяйственных культур. Отношение накопленной в урожае энергии к затраченной на его производство показывает окупаемость энергетических затрат (коэффициент энергетической эффективности).

ГЛАВА 3. ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ПРОДУКТИВНОСТИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В СРЕДНЕМ ЗАВОЛЖЬЕ

3.1. Тенденции изменения климата за последние 110 лет

Глобальное и локальное изменение климата и его влияние на окружающую среду является одной из главных проблем 21 века.

По данным многочисленных исследований за последнее столетие температура Мирового океана в слое до 240 м возросла не менее, чем на $0,5^{\circ}\text{C}$, температура воздуха в Северном полушарии увеличилась на 1°C , а в Южном – примерно на $0,6^{\circ}\text{C}$. В среднем по планете потепление за последние 100 лет составило $0,74^{\circ}\text{C}$ [134, 379].

Результаты многолетнего анализа в северном полушарии показывают разные тренды среднегодовых и среднемесячных температур воздуха [11, 198, 208, 350, 354, 446]. При этом существует две точки зрения о причинах потепления климата – природные и техногенные. Большинство учёных повышение температуры воздуха объясняют антропогенным фактором (парниковый эффект и т.д.). Другие потепление климата связывают с естественными природными факторами (цикличность и т.д.) [35, 133].

В пользу последних свидетельствует тот факт, что за миллион лет истории земли имело место значительное колебание температуры воздуха, при этом скорость её изменения часто достигала $3-4^{\circ}\text{C}$ за столетие, что существенно превышает современное потепление [233].

В Среднем Заволжье исследования по изменению климата нами проводились на Безенчукской метеостанции, созданной при институте и расположенной около стационаров отдела земледелия.

Систематические наблюдения за изменениями погодных условий, проводимые на одной агрометеорологической станции позволяют не только оценивать роль отдельных факторов на урожайность сельскохозяйственных культур, но и проследить тенденции их изменения.

Проведенный анализ 110-летних наблюдений за динамикой погодных условий на анализируемой агрометеорологической станции позволил выявить сложившиеся в Среднем Заволжье тенденции изменений температуры воздуха и количества осадков, относительной влажности воздуха, ГТК (гидротермический коэффициент), повторяемости засух разной интенсивности, изменившуюся продолжительность безморозного периода и других условий, влияющих на урожайность сельскохозяйственных культур.

Результаты оценки эволюции среднегодовой температуры воздуха, при существенных колебаниях в течение анализируемого периода от 1,9⁰С (1908, 1941 гг.) до 7,6⁰С (1995 г.), свидетельствуют об устойчивой тенденции ее роста, особенно начиная с 70 годов прошлого столетия (рис. 1).

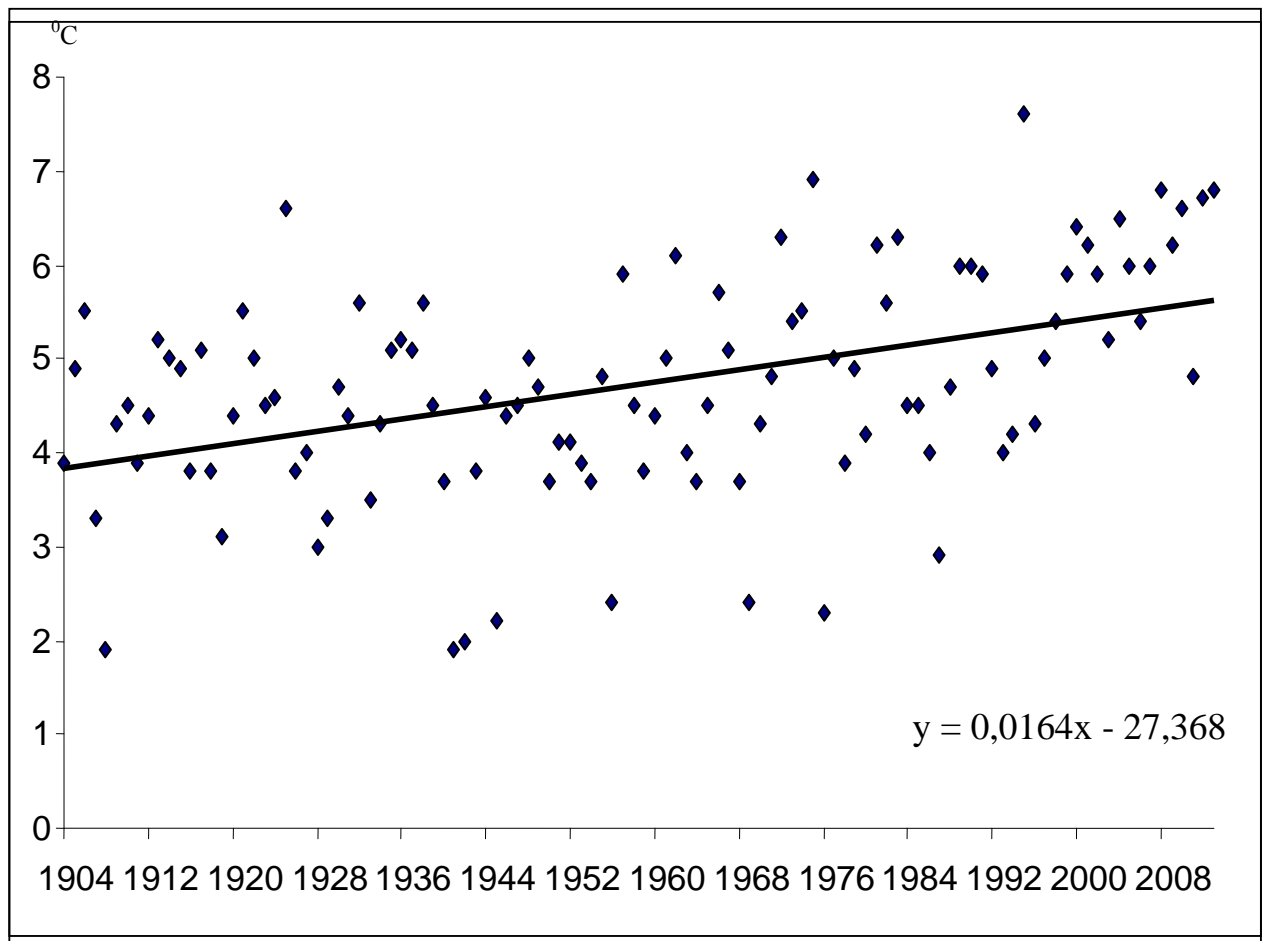


Рис. 1. Эволюция среднегодовой температуры воздуха за 110 летний период (1904-2013 гг.)

За 110 летний период, по расчётным данным уравнения регрессии, среднегодовая температура воздуха в Самарском Заволжье повысилась на $1,787^{\circ}\text{C}$ (с $3,858$ до $5,645^{\circ}\text{C}$). В среднем за 10 лет интенсивность потепления климата составила $0,162^{\circ}\text{C}$, что в 1,6 раза выше чем в целом по северному полушарию. Повышение температуры воздуха происходило в 10 из 12 месяцев (январь-май, август-декабрь), но главным образом за счёт потепления климата во вневегетационный период.

Из периодов года наибольший прирост температуры установлен в зимние месяцы. По данным расчётов уравнения регрессии за 110 летний период средняя температура воздуха за декабрь – февраль повысилась на $2,976^{\circ}\text{C}$ (с $12,706$ до $9,73^{\circ}\text{C}$), при средних значениях за 10 летние периоды – $0,27^{\circ}\text{C}$, что в 1,67 раза больше чем в целом за сельскохозяйственный год (рис. 2).

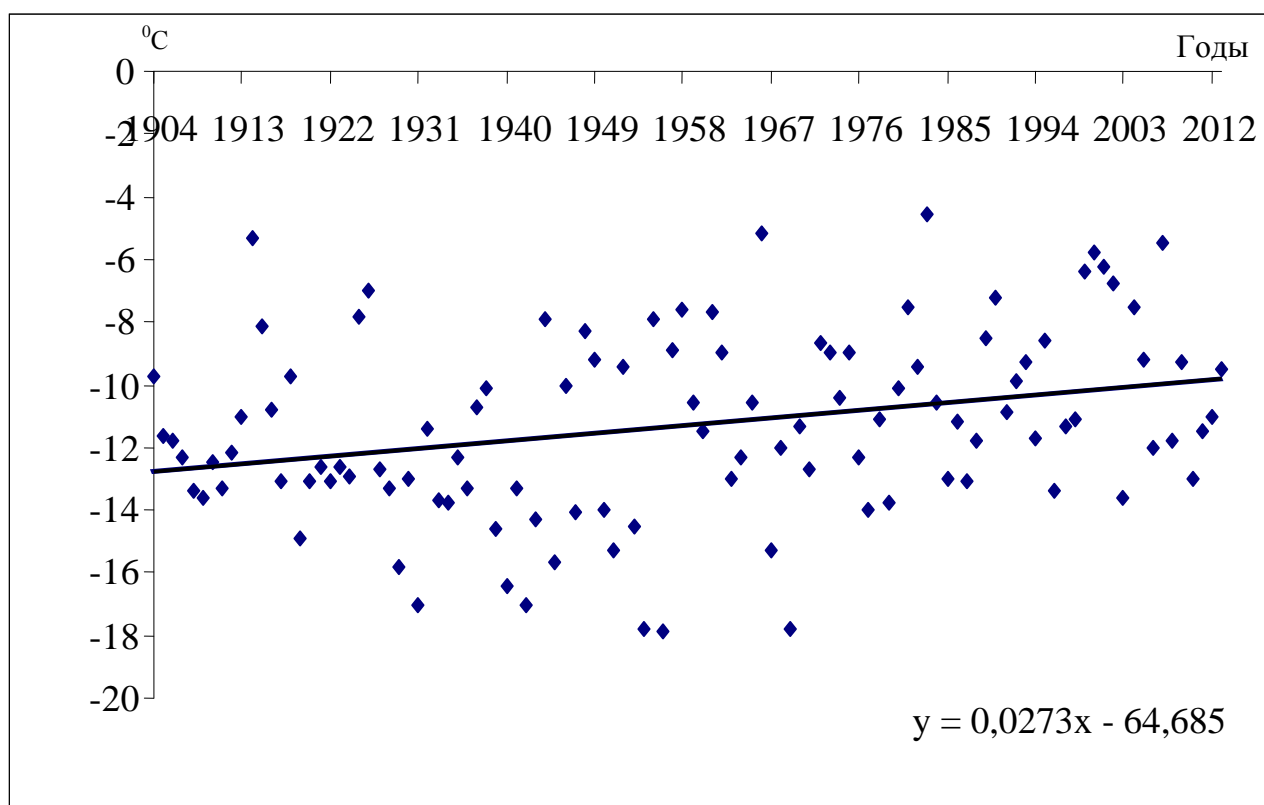


Рис. 2. Эволюция температуры воздуха зимних месяцев за 110 летний период (1904-2013 гг.)

Потепление климата в зимние месяцы происходило в основном за счёт повышения температуры в январе и феврале на $0,310^{\circ}\text{C}$ и $0,336^{\circ}\text{C}$ (в среднем за 10 лет) соответственно.

Из среднемесячных температур года наибольший прирост произошёл в марте на $0,371^{\circ}\text{C}$ в среднем за 10 лет.

При анализе пяти одинаковых временных периодов рост среднегодовой температуры воздуха за последние 22 года, в сравнении с аналогичным промежутком времени начала 20 века (1904-1925 гг.), составил $1,2^{\circ}\text{C}$, в декабре-феврале она повысилась в среднем на 2°C , в сентябре-апреле – на $1,7^{\circ}$. В мае-августе температура воздуха увеличилась незначительно с $18,9^{\circ}\text{C}$ до $19,1^{\circ}\text{C}$ (табл. 4).

Таблица 4

Тенденции изменения температуры воздуха $^{\circ}\text{C}$ за 110 летний период
(1904-2013гг.)

Периоды года	Средние показатели				
	1904-1925	1926-1947	1948-1969	1970-1991	1992-2013
Май-август	18,9	18,7	18,8	18,5	19,1
Сентябрь-апрель	-2,7	-3,3	-2,8	-1,8	-1,0
Декабрь-февраль	-11,7	-12,6	-11,6	-10,5	-9,7
Сентябрь-август	4,5	4,0	4,4	5,0	5,7

По данным уравнения регрессии температура воздуха за май-август за 110 летний период повысилась, главным образом за счёт потепления за последние два десятилетия, на $0,164^{\circ}\text{C}$ с $18,730^{\circ}\text{C}$ до $18,894^{\circ}\text{C}$ (рис. 3).

В среднем за 10 лет интенсивность потепления климата за весенне-летний период составила $0,0149^{\circ}\text{C}$, что более чем в 18 раз ниже значений за зимние месяцы. Повышение температуры в весенне-летний период происходило за счёт показателей мая. В среднем за 10 лет за этот период она увеличилась на $0,098^{\circ}\text{C}$. В летние месяцы температура воздуха практически не

изменялась. При этом в июне и июле тренды изменения температуры были слабо отрицательными, а в августе слабо положительными.

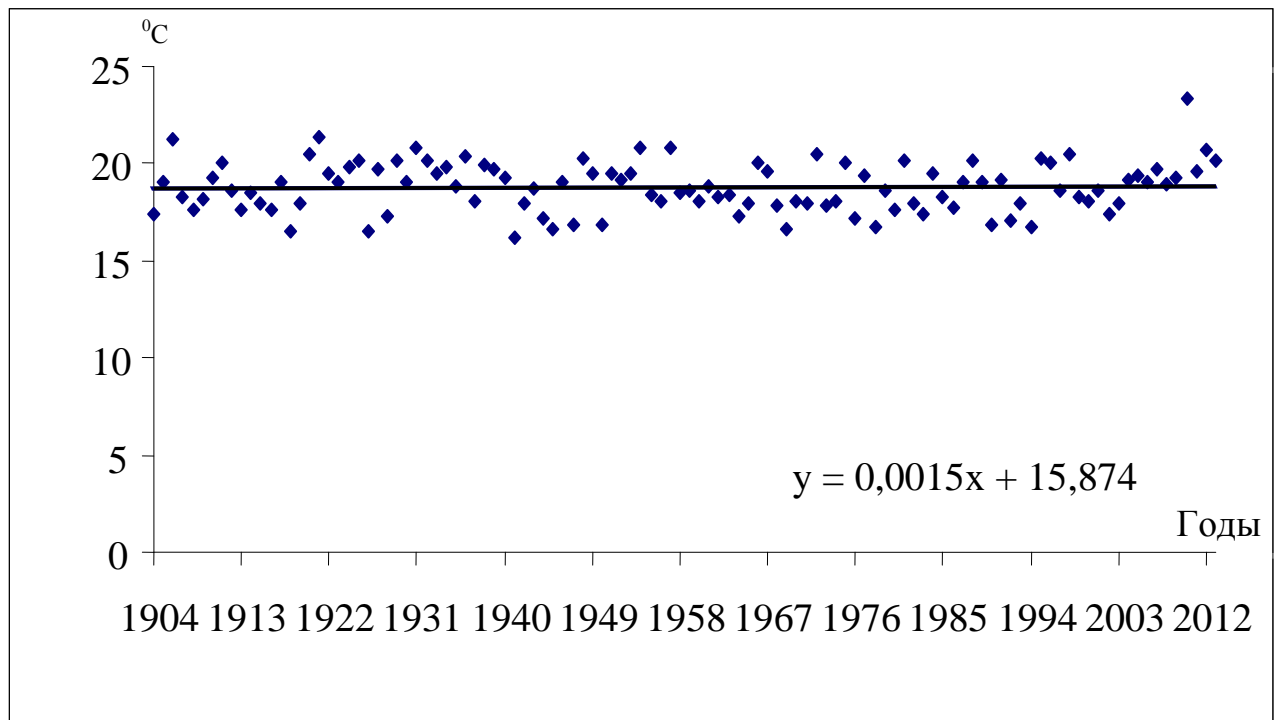


Рис. 3. Эволюция температуры воздуха мая-августа за 110 летний период (1904-2013 гг.)

Аналогично двадцатидвухлетнему циклу среднегодовая температура воздуха за последнее 44 года по сравнению с предшествующим подобным периодом (1904-1947 гг.) возросла на 1,2 °С, в т. ч. за зимние месяцы – на 2,1°С, при наибольших изменениях в январе и феврале – на 2,5°С. Не произошло существенных изменений в температурном режиме периода активного развития растений (май-август), характере засушливости климата.

В связи с потеплением климата в последние десятилетия повысился абсолютный минимум температур воздуха, снизилась годовая амплитуда их колебания между наиболее теплым (июль) и особо холодными месяцами (январь, февраль). Увеличилась продолжительность периода абсолютно свободного от заморозков. По нашим расчётам, в период с 1970 по 2013 годы, по сравнению с начальным анализируемым 44-летием, продолжительность

безморозного периода возросла на 9 дней, за счет поздних по календарным срокам осенних заморозков.

Все эти данные свидетельствует о снижении континентальности климата в Среднем Заволжье, по сравнению с погодными условиями начала прошлого века, что согласуется с данными исследований в других континентальных районах России [126-128, 379].

Анализ количества выпавших осадков в северном полушарии, по данным 8300 МС и МП, выявил, как и по температуре воздуха, различные тренды их среднегодовых значений. При этом, практически повсеместно, наиболее влажными были 80-90 годы 20 столетия [379].

В Среднем Заволжье, по данным предыдущего анализа, за 100-летний период (1904-2003 гг.) установлено существенное увеличение количества среднемесячных и среднегодовых осадков в последние десятилетия 20 века, по сравнению с первой половиной прошлого века [198]. Однако в данной работе не учитывались разнообразия применяемых методик определения количества осадков.

С 1904 по 1952 годы на Безенчукской МС твёрдые и жидкие атмосферные осадки измерялись с помощью дождемера с защитой Нифера. С июля 1952 по настоящее время наблюдения за количеством осадков проводятся прибором – осадкомер Третьякова [273, 361].

Для исключения неоднородностей в рядах наблюдений за количеством осадков, полученные показатели при помощи дождемера с защитой Нифера на МС были пересчитаны при помощи коэффициента K_1 (переходный коэффициент от показаний дождемера к показаниям осадкомера), кроме того была введена поправка на смачивание – K_3 [273].

Результаты оценки, эволюции среднегодового количества осадков, полученные при пересчёте, выявили их существенные колебания в течение анализируемого периода от 224,9 мм (1951 г.) до 703,3-704,6 мм (1990, 1993 гг.) (рис. 4).

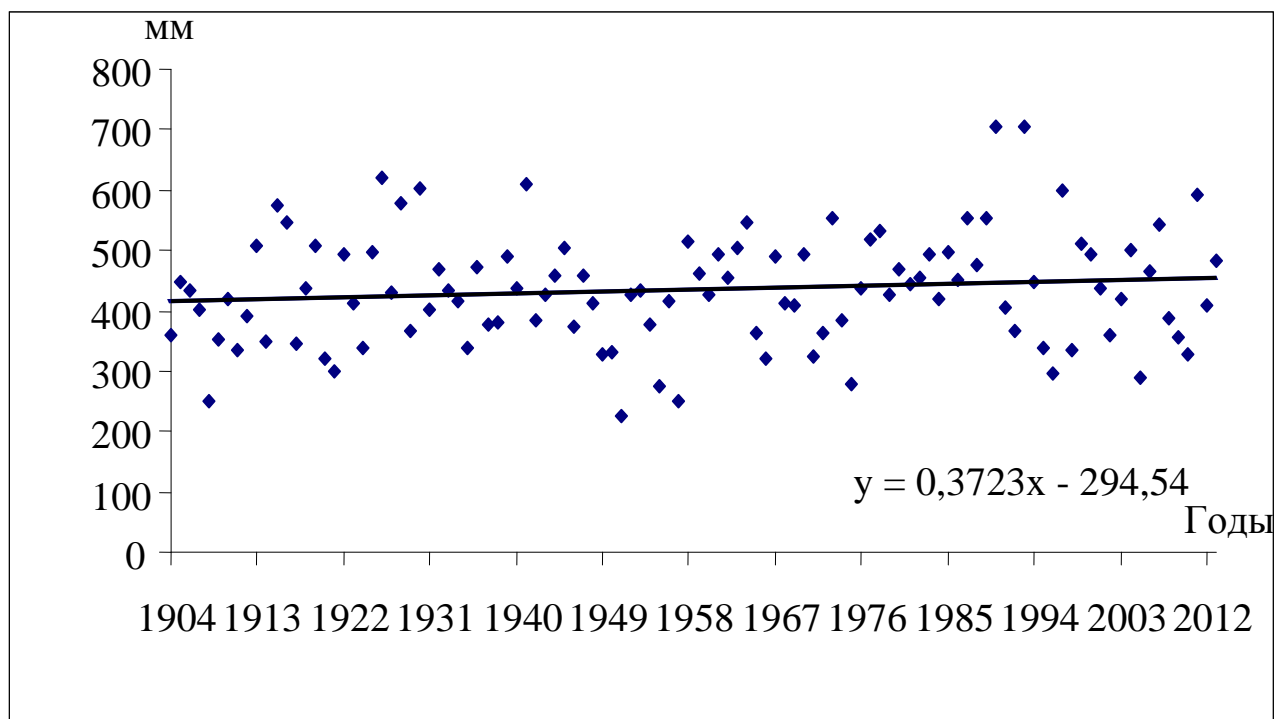


Рис. 4. Эволюция среднегодового количества осадков за 110 летний период (1904-2013гг.) при их определении осадкомером Третьякова

Однако, в отличие от изменений температуры воздуха, тенденция роста количества осадков была незначительной. По расчётным данным уравнения регрессии количество среднегодовых осадков в Среднем Заволжье за 110 летний период увеличилось с 414,32 до 454,90 мм на 40,58 мм (9,8 %). В среднем за 10 лет их количество возросло всего на 3,69 мм.

Увеличение осадков произошло за счёт зимнего периода. В среднем за 10 лет их количество возросло от 0,8135 мм (декабрь) до 1,091 мм (февраль) и 1,2763 мм (январь).

В летние месяцы, за счёт осадков июня и июля, установлена положительная линия тренда. Однако за вегетационный период (май-август) количество осадков не изменилось, что характерно по данным многих учёных, для условий Поволжья и Урала [231, 379].

По расчётам уравнения регрессии количество осадков в мае-августе за 110 лет в Самарском Заволжье увеличилось, за счёт возрастания значений в июне и июле и обильных осадков 80-90 годов, всего на 2,86 мм (рис. 5).

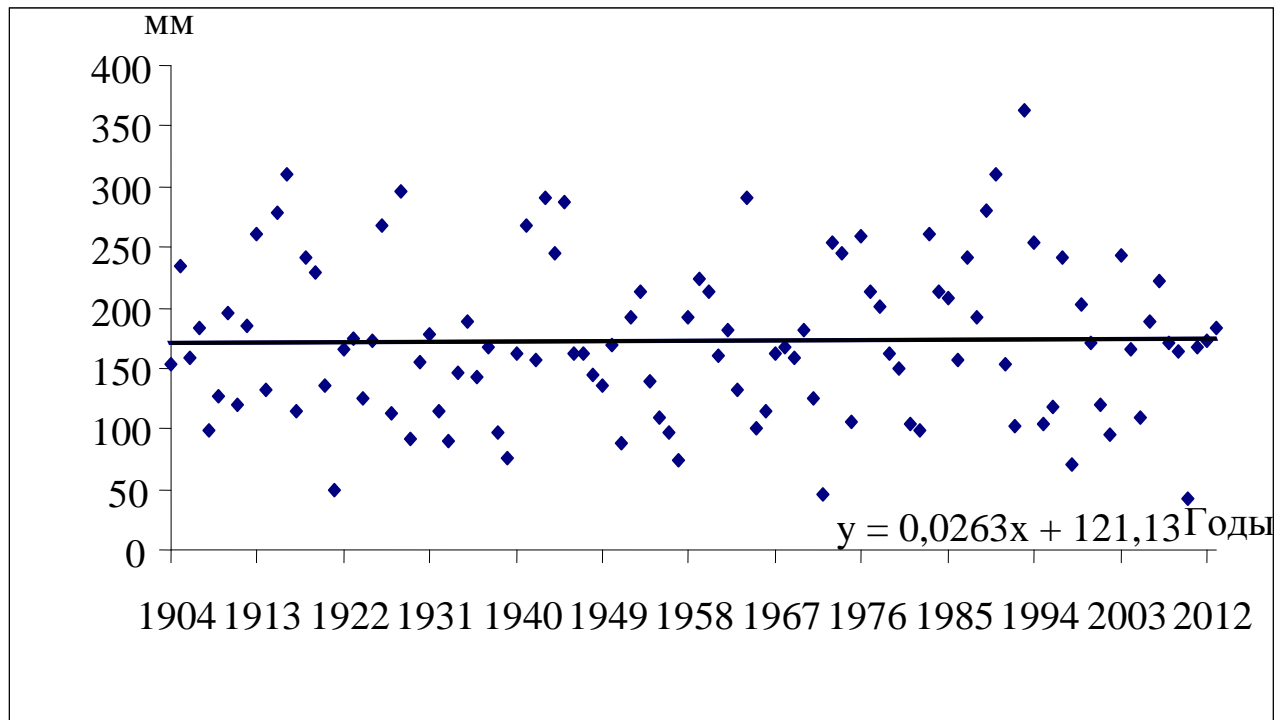


Рис. 5. Эволюция количества осадков мая-августа за 110 летний период (1904-2013гг.) при их определении осадкомером Третьякова

В среднем за 10 лет, по данным этого уравнения, прирост количества осадков в июне и июле составил 1,10 и 1,0048 мм соответственно. В мае и августе показатели сокращалось в среднем за 10 лет на 1,3536 мм и 0,544 мм.

Проведёнными исследованиями установлено, что рост влагообеспеченности в течение 110 летнего периода был не устойчивым и носил циклический характер (табл. 5).

Таблица 5

Тенденции изменения количества осадков, приведённых к показаниям осадкомера Третьякова (1904-2013гг.)

Периоды года	Средние показатели, мм				
	1904-1925	1926-1947	1948-1969	1970-1991	1992-2013
Май-август	174,8	175,4	157,2	186,9	167,0
Сентябрь-апрель	233,2	280,2	246,2	274,3	271,9
Декабрь-февраль	67,8	90,1	87,4	92,7	99,4
Сентябрь-август	408,0	455,6	403,4	461,2	438,9

При анализе пяти одинаковых временных периодов наибольшие значения среднегодового количества осадков установлены во втором и четвертом 22 летнем анализируемом промежутке времени – 455,6-461,2 мм, наименьшие в третьем (1948-1969 гг.) – 403,4 мм. При этом максимальное количество осадков за май-август в четвертом анализируемом двадцатидвухлетнем периоде (1970-1991гг.) – 186,9 мм, можно частично связать с интенсивным развитием мелиорации на полях района, где находится Безенчукская МС. В период с 1992 по 2013 год наблюдалось снижение количества осадков, связанное частично с сокращением мелиоративных земель в районе и области и большим количеством остро засушливых лет (1995, 1996, 1998, 2002, 2005, 2008-2010 гг.).

Полученные данные свидетельствуют о сохранившейся аридности климата. При этом в зоне исследований произошло перераспределение количества осадков за весенне-летний период по месяцам. Так в мае количество осадков за последние 22 года (1992-2013гг.), по сравнению с началом прошлого века, уменьшилось на 21,5%, в августе на 14,9%. Наиболее благоприятные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур стали складываться в июне и июле. В эти месяцы количество осадков, по сравнению с начальным периодом измерения (1904-1925 гг.) увеличилось на 6,2 и 11,8 % соответственно (рис. 6).

При сравнении более продолжительных периодов времени установлено, что среднегодовое количество осадков за последнее 44 года по сравнению с предшествующим подобным промежутком (1904-1947 гг.) возросло на 18,3 мм (4,2 %), главным образом за счёт зимних осадков + 17,1 мм (21,6 %).

Тенденция роста осадков за сентябрь-апрель (44 года), в основном за счёт зимних осадков, составила 16,4 мм (96,3 %).

При анализе показателей по месяцам наибольшее среднее количество осадков в настоящее время за зимние месяцы отмечено в декабре и январе. К марту их количество снижается. В апреле и мае они постепенно возрастают, достигая максимума в июне и июле. В августе, сентябре количество осадков

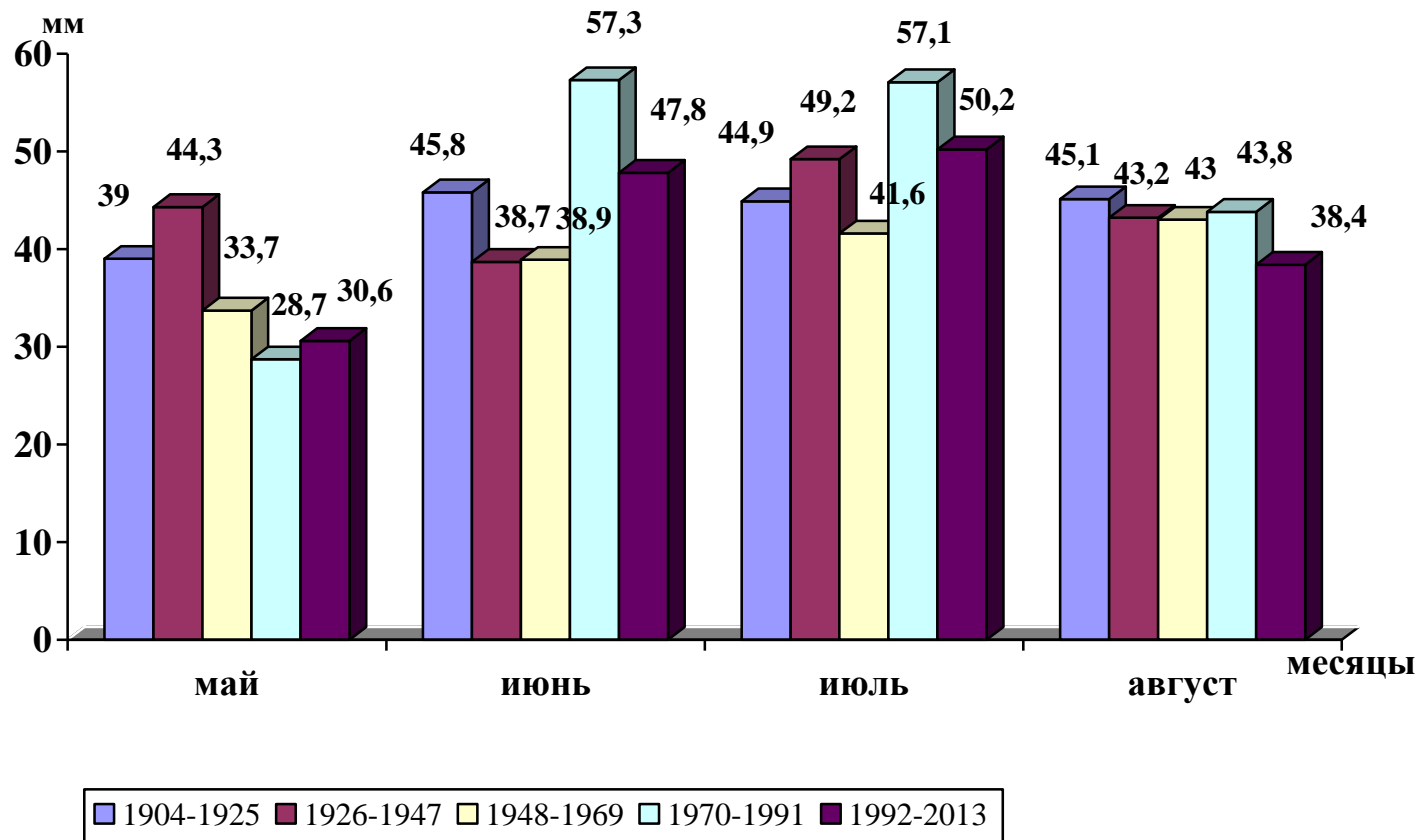


Рис. 6. Динамика количества осадков по 22 летним периодам за 1904-2013 гг. (данные Безенчукской МС)

держится на близком уровне, далее к ноябрю идет постепенное падение анализируемых значений.

В связи с повышением температуры воздуха и снижением количества осадков, в последние 22 года наблюдений, выявлено усиление засушливости климата. По данным за 1992-2013 гг. количество засушливых лет разной интенсивности в Среднем Заволжье составило 12, при показателях в начале века (1904-1925 гг.) – 8, количество острозасушливых лет за эти периоды составило 8 и 7 соответственно.

За 110 лет в районе исследований наблюдалось 50 засух разной интенсивности и различных типов (45,5 % лет). Преобладающий тип засух – весенне-летняя, которая отмечалась 34 раза (31,8% лет от числа всего периода) и проявляется в среднем 1 раз в 3 года. Несмотря на максимальное снижение количества осадков в мае из всех анализируемых месяцев года, весенняя засуха в Среднем Заволжье, в связи с более низкой температурой воздуха по сравнению с летними месяцами, наблюдалась довольно редко (5 лет из 110 или 4,5%). Летняя засуха отмечалась чаще (8,2% лет). Самая вредоносная весенне-осенняя засуха, при которой независимо от культуры земледелия установлено существенное снижение урожайности всех сельскохозяйственных культур, наблюдалась в Среднем Заволжье за 110 летний период 2 раза (1,8 %) в 1921 и 2010 годах.

Существенное потепление климата при незначительном увеличении осадков способствовало повышению относительной влажности воздуха за сельскохозяйственный год. За последние 44 года исследований (1970-2013), по сравнению с аналогичным периодом начала века (1904-1947), прирост показателя составил 1,5%. Данная тенденция связана в основном с изменениями значений весенне-летних месяцев (май-август), когда относительная влажность воздуха увеличилась с 59,0 до 61,5 %. При этом аналогично осадкам, произошло перераспределение показателей по месяцам вегетационного периода. Меньшее количество осадков мая в последние 44 года привело к уменьшению относительной влажности воздуха на 3% с 57,0% (1904-

1947 гг.) до 54,0% (1970-2013 гг.). В июне и августе влажность возросла на 3%. Наибольший прирост относительной влажности воздуха – 7,0 %, связанный с увеличением количества осадков, установлен в июле с 58,0 % (1904-1947 гг.) до 65,0 % (1970-2013 гг.).

Несмотря на повышение влажности воздуха в зимние месяцы на 1%, в период с сентября по апрель её значения понизились на 0,5 % (с 78,5 до 78,0).

Одним из главных показателей характеристики погодных условий для анализа роста и развития сельскохозяйственных культур является ГТК вегетационного периода. В связи с повышением температуры воздуха на 0,2⁰С и сокращением количества осадков на 7,8 мм, за последние 22 года (1991-2013гг.), по сравнению с аналогичным периодом начала века (1904-1925 гг.), установлено снижение ГТК (май-август) на 0,04 (с 0,75 до 0,71). Ухудшение условий для роста и развития растений в вегетационный период связано с усилением засушливости в мае и августе. В июне и июле наблюдалось увеличение ГТК (рис. 7).

Сложившиеся существенные изменения климата в Самарском Заволжье и в Поволжье привели к необходимости учета их при разработке современных технологий возделывания и в целом адаптивных зональных систем земледелия [3, 125, 198, 252, 379, 420].

Возникла необходимость существенного пересмотра структуры посевных площадей, технологий, сроков посева, сортов, системы защиты посевов от вредителей, болезней и сорняков, системы удобрений и приёмов мелиорации земель [379, 420].

Для выявления этих закономерностей нами было проанализировано влияние климатических условий на продуктивность полевых культур при различных способах основной обработки почвы и технологических системах обработки почвы и посева.

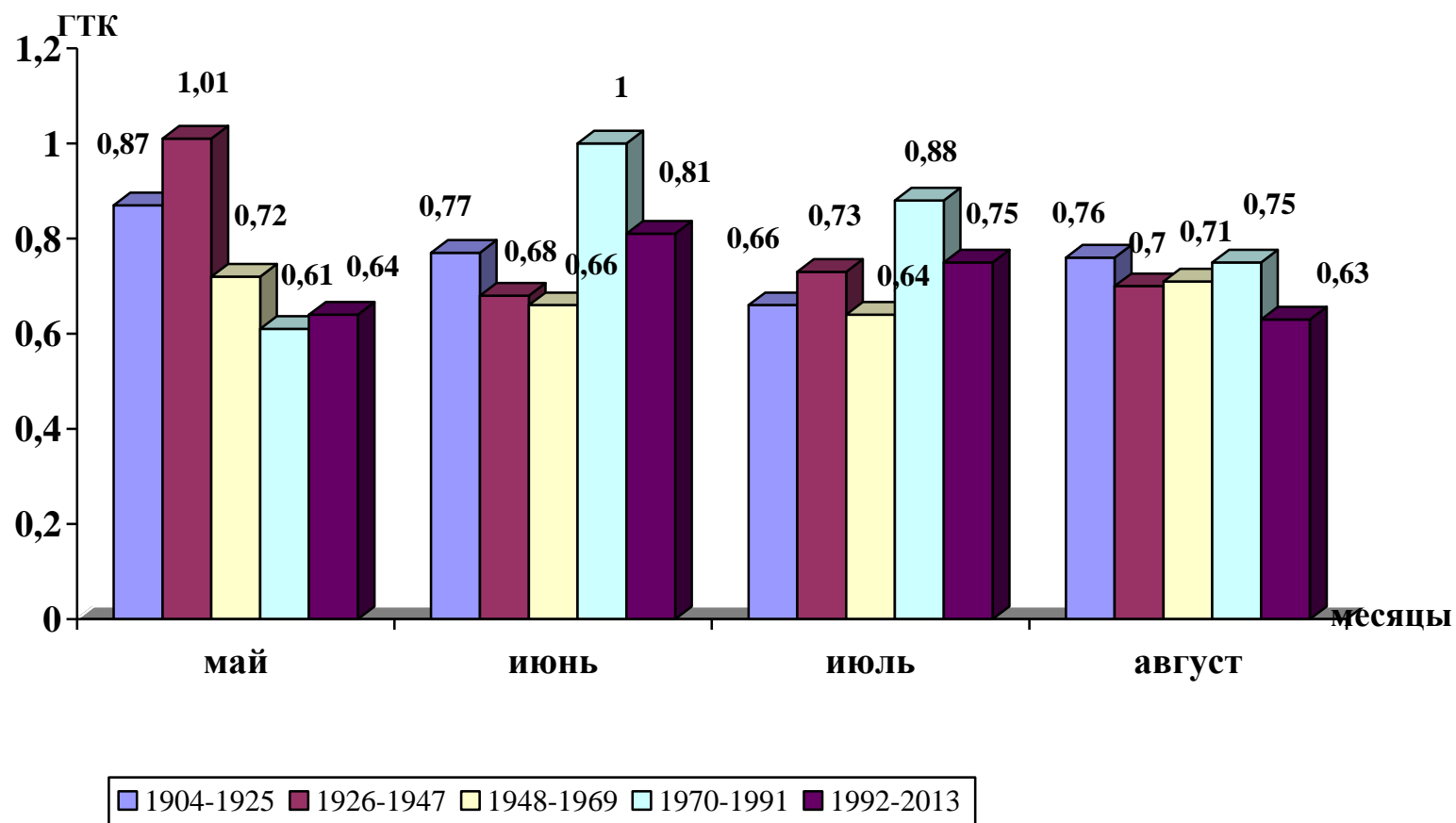


Рис. 7. Динамика ГТК по 22 летним периодам за 1904-2013 гг. (данные Безенчукской МС)

3.2. Влияние климатических условий на продуктивность полевых культур в зернопаропропашном севообороте

Данные закономерности анализировались в стационарном опыте №1 в севообороте с чередование культур: чистый пар – озимая пшеница – просо – ячмень – кукуруза на з/м – яровая пшеница – овёс.

С 1975 по 1998 годы изучались пять вариантов основной обработки почвы:

1. Вспашка на глубину 20-22 см, под все культуры севооборота (контроль);
2. Лемешное лущение на 12-14 см, под все культуры;
3. Плоскорезная обработка на 20-22 см, под все культуры;
4. Плоскорезная обработка на 10-12 см, под все культуры;
5. До 1982 года – без основной обработки почвы, с 1983 года – комбинированная обработка в севообороте.

Многочисленными исследованиями в России и за рубежом доказано, что основным фактором, влияющим на урожайность зерновых культур, являются климатические условия [53, 54, 59, 79, 93, 118, 155, 242, 245, 269, 378, 441, 456].

В Самарской области на долю этого фактора в формировании урожайности зерна приходится до 60% [245].

Однако при этом в результате исследований выявлены различные сопряжённости погодных условий с продуктивностью культур.

В наших 23-летних исследованиях из абиотических факторов (осадки, температура и относительная влажность воздуха, ГТК) наибольшее влияние на урожайность озимой пшеницы оказывали температура и относительная влажность воздуха в период с мая по июнь (кущение-колошение). Между урожайностью культуры и этими показателями установлена значимая на 1% уровне взаимосвязь. В первом случае она была обратная ($r=-0,61^{**}-0,67^{**}$) во втором – прямая ($r=0,61^{**}-0,69^{**}$) (прил.6). Аналогичные результаты получены

в исследованиях О.Э. Суховеевой (2014) при изучении влияния агроклиматических условий на урожайность озимой ржи [364].

Прямая взаимосвязь с количеством осадков за данный период в наших исследованиях, на вариантах с отвальными и комбинированной обработкой была менее значимой ($r=0,51^*-0,60^{**}$). На вариантах с плоскорезными обработками на разную глубину роль осадков в получении урожая озимой пшеницы, по сравнению с температурой и относительной влажностью воздуха снижалась ещё больше. При этом влияние их количества за май-июнь и апрель-июнь на продуктивность культуры было равнозначным ($r=0,51^*-0,53^*$), что согласуется с результатами исследований в засушливой чернозёмной степи Саратовского Правобережья (Ю.Ф. Курдюков и др., 2007), где наибольшее влияние на формирование урожая оказывали осадки в апреле-мае [227].

Применение вспашки и плоскорезной обработки на 20-22 см, по сравнению с мелкими обработками почвы, в меньшей степени зависело от осадков мая-июня. Уменьшение количества осадков, по сравнению со значениями больше среднемноголетних значений, снижало урожайность культуры на 28,1-28,9 %, при значениях на вариантах с мелкими обработками - 31,0-31,5% (табл. 6).

В отличие от озимой пшеницы и ранних яровых зерновых культур, на урожайность проса из климатических показателей наибольшее влияние оказывали осадки июля ($r=0,35-0,54^*$), что в изменившихся погодных условиях подтверждает роль проса, как страховой жаростойкой культуры (прил. 7). Минимализация обработки почвы (4, 5 вар.), по сравнению с другими вариантами, снижала урожайность культуры на 0,11-0,24 т/га (7,7-17,2 %) лишь в годы с осадками за май-июль, меньше среднемноголетних значений. При осадках за май-июль выше нормы урожайность проса в зависимости от изучаемых способов основной обработки почвы изменялась не существенно.

На посевах ярового ячменя (четвёртое поле севооборота) основное влияние на урожайность зерна из абиотических факторов оказывала температура воздуха в критические по влагообеспеченности фазы развития

культуры (кущение-трубкавание) и в целом за вегетацию. Существенная на 1% уровне обратная взаимосвязь установлена с показателями июня, мая-июня и мая - июля ($r=-0,62^{**}$ - $0,71^{**}$, $r=-0,74^{**}$ - $0,81^{**}$ соответственно).

Таблица 6

Урожайность сельскохозяйственных культур в зернопаропропашном севообороте в зависимости от осадков вегетационного периода, т/га (1975-1998 гг.)

Культуры, показатели	Способы основной обработки почвы					НСР ₀₅ среднее
	1	2	3	4	5	
Озимая пшеница**	<u>3,19*</u>	<u>3,34</u>	<u>3,39</u>	<u>3,30</u>	<u>3,20</u>	<u>0,234</u>
	2,49	2,54	2,63	2,52	2,41	0,187
Просо	<u>2,29</u>	<u>2,36</u>	<u>2,31</u>	<u>2,34</u>	<u>2,32</u>	<u>0,199</u>
	1,55	1,58	1,54	1,43	1,34	0,180
Ячмень	<u>2,48</u>	<u>2,45</u>	<u>2,44</u>	<u>2,32</u>	<u>2,37</u>	<u>0,171</u>
	1,86	1,85	1,93	1,84	1,82	0,187
Кукуруза з/м	<u>35,86</u>	<u>33,93</u>	<u>34,22</u>	<u>31,00</u>	<u>37,72</u>	<u>2,590</u>
	23,58	23,00	21,82	20,95	21,28	2,857
Яровая пшеница**	<u>1,98</u>	<u>1,80</u>	<u>1,90</u>	<u>1,85</u>	<u>1,84</u>	<u>0,199</u>
	1,58	1,49	1,56	1,49	1,51	0,142
Овёс	<u>2,98</u>	<u>2,89</u>	<u>2,93</u>	<u>2,86</u>	<u>2,84</u>	<u>0,201</u>
	1,93	1,89	1,89	1,78	1,74	0,195
Среднее по зерновым	<u>2,58</u>	<u>2,57</u>	<u>2,59</u>	<u>2,53</u>	<u>2,51</u>	<u>0,201</u>
	1,88	1,87	1,91	1,81	1,76	0,178
Продуктивность севооборота, т к.ед/га	<u>2,91</u>	<u>2,85</u>	<u>2,88</u>	<u>2,75</u>	<u>2,90</u>	<u>0,221</u>
	2,07	2,04	2,05	1,95	1,93	0,209

Примечание: *в числителе урожайность в годы с количеством осадков больше нормы, в знаменателе ... меньше нормы;

** среднее за май-июнь, остальные культуры среднее за май-июль.

Относительная влажность воздуха за период июнь и май-июль оказывала менее значимое влияние на урожайность культуры ($r=0,41^*$ - $0,49^*$). Взаимосвязь количества осадков июня и мая-июля была математически не доказуемой ($r=0,36$ - $0,42$ и $r=0,29$ - $0,38$ соответственно) и находилась на среднем уровне. При этом установлено снижение урожайности ярового ячменя при мелкой плоскорезной обработке почвы на 0,12-0,16 т/га (5,2-6,9 %), по сравнению с отвальными и плоскорезной обработкой на 20-22 см в годы с большим количеством осадков за вегетационный период (прил. 8).

При возделывании кукурузы наиболее благоприятные условия для роста культуры, особенно в годы с большим количеством осадков в период вегетации складывались на вариантах со вспашкой (1, 5). Применение мелкой плоскорезной обработки достоверно на 5% уровне снижало урожайность зелёной массы культуры, по сравнению с другими испытываемыми вариантами.

Основным фактором, влияющим на продуктивность культуры на вариантах с обработками почвы на 20-22 см, стало количество осадков в период вегетации. Значимая на 1% уровне прямая взаимосвязь между показателями за период июль, май-июль и май-август ($r=0,78^{**}-0,84^{**}$ и $0,69^{**}-0,77^{**}$ соответственно) объясняется лучшим усвоением осадков на этих вариантах и меньшей засорённостью посевов (прил. 9). В годы с большим количеством осадков за май-июль, урожайность зелёной массы на вариантах с обработками на 20-22 см, по сравнению с годами, когда осадков выпадало за этот период меньше нормы, возрастала на 52,1-77,3 %. Влияние относительной влажности воздуха на урожайность культуры за аналогичный период было менее значимым, однако и здесь взаимосвязь между показателями находилась на 1 % уровне ($r=0,57^{**}-0,75^{**}$ и $0,49^{**}-0,71^{**}$ соответственно).

На вариантах с мелкими обработками, как отвальной, так и плоскорезной наибольшее влияние на урожайность з/м кукурузы оказывала относительная влажность воздуха. Коэффициент корреляции между показателями за период июль, май-июль и май-август составил – $0,55^{**}-0,57^{**}$ и $0,59^{**}-0,61^{**}$ соответственно. Роль осадков в получении урожая зелёной массы кукурузы на этих вариантах за аналогичный период была менее значимой ($r=0,41-0,60^{**}$ и $0,50^{*}-0,60^{**}$). При этом превышение урожайности зелёной массы в благоприятные по увлажнению годы, по сравнению с более засушливыми, здесь снижалось до 47,5-48,0 %.

Вспашка и глубокая плоскорезная обработка почвы, благодаря лучшей разделке послеуборочных остатков кукурузы и более выровненному посеву яровой пшеницы, создавали более благоприятные условия для роста в

начальные фазы развития этой культуры, по сравнению с другими исследуемыми вариантами.

Как и на озимой пшенице и ячмене, основное влияние из абиотических факторов на урожайность зерна яровой пшеницы оказывала температура воздуха (прил. 10). За вегетацию культуры (май-июль) между этими показателями установлена обратная значимая на 1% уровне взаимосвязь. На вариантах с обработками почвы на 20-22 см коэффициент корреляции между температурой за вегетационный период и урожайностью составил $-0,67^{**}$ - $0,69^{**}$. При применении мелких обработок (2, 4, 5) зависимость между показателями возрастала до $-0,70^{**}$ - $0,76^{**}$.

При анализе взаимосвязи между показателями по фазам развития культуры наибольшее снижение урожайности происходило при повышении температуры в период колошения - полной спелости зерна. Особенно чётко эта тенденция прослеживалась на вариантах с обработкой почвы на 20-22 см $r=-0,61^{**}$. На вариантах с мелкими обработками почвы продуктивность культуры в меньшей степени зависела от температуры воздуха в последние фазы развития яровой пшеницы ($r=-0,53^{*}$ - $0,59^{**}$).

Прямая взаимосвязь урожайности с количеством осадков и относительной влажностью воздуха, по сравнению с температурой воздуха была менее значимой. При более глубоких обработках почвы, по сравнению с мелкими, продуктивность яровой пшеницы в меньшей степени зависела от влажности воздуха за вегетационный период ($r = 0,49^{*}$ - $0,52^{*}$ и $0,54^{*}$ - $0,55^{**}$ соответственно).

В проведённых исследованиях установлена существенная взаимосвязь урожайностью зерна яровой пшеницы с осадками в период посев - трубкование (май-июнь), что согласуется с данными, полученными в засушливой чернозёмной степи Саратовского Правобережья [227].

В наших исследованиях на вариантах с безотвальными обработками коэффициент корреляции при этом возрастал между показателями до $-0,55^{**}$ -

0,60**, что на 0,03-0,13 ед. больше, чем на вариантах с отвальными обработками.

В заключительном поле севооборота наиболее благоприятные условия для роста овса (оптимальная плотность, лучший водный режим, меньшая засорённость многолетними сорняками) складывались на вариантах с отвальными и плоскорезной обработкой почвы на 20-22 см. Аналогичная тенденция отмечалась практически во все годы исследований независимо от количества осадков за вегетационный период (табл. 6).

Как и на остальных зерновых культурах (пшенице, ячмене), наибольшее влияние из абиотических факторов на урожайность овса оказывала температура воздуха (прил. 11). Однако, в отличие от этих культур, на овсе установлена существенная обратная взаимосвязь между признаками во все фазы развития растений. Наиболее тесная сопряжённость между урожайностью и температурой воздуха выявлена за вегетацию культуры ($r=-0,79^{**}$ - $0,88^{**}$).

При анализе взаимосвязи между показателями по фазам развития наибольшее снижение урожайности происходило при повышении температуры в период - вымётывание метёлки - полная спелость зерна ($r= -0,75^{**}$ - $0,80^{**}$).

Менее значимое влияние из абиотических факторов на урожайность овса оказывала относительная влажность воздуха. За вегетационный период между этими признаками выявлена прямая значимая взаимосвязь на 1% уровне ($r=0,66^{**}$ - $0,73^{**}$). При анализе по фазам развития наибольшее влияние на урожайность культуры оказывало изменение влажности воздуха в критический по влагообеспеченности период - кущение – трубкование ($r= 0,57^{**}$ - $0,62^{**}$).

Влияние количества осадков, из абиотических факторов, на урожайность овса, была самой наименьшей, однако и здесь за вегетацию культуры между этими показателями выявлена прямая значимая на 1% уровне взаимосвязь ($r=0,60^{**}$ - $0,68^{**}$). При этом наибольшее влияние на урожайность оказывали осадки в критический по влагообеспеченности период (кущение - трубкование), когда $r= 0,42^{*}$ - $0,47^{*}$.

3.3. Влияние климатических условий на урожайность зерновых культур при современных технологических системах обработки почвы и посева

Исследования (1999-2010 гг.) по данному направлению проводились в стационарном опыте №4 в семипольном севообороте с чередованием культур: чистый пар, озимая пшеница, просо, яровая пшеница, кукуруза (с 2006г. горох + овёс), яровая пшеница, ячмень

Изучались пять технологических систем обработки почвы и посева (табл. 2).

В проведённых исследованиях из абиотических факторов (осадков, ГТК, температуры и относительной влажности воздуха) при сохранившейся тенденции нарастания аридности климата в мае наиболее тесная связь выявлена между урожайностью зерна озимой пшеницы и температурой этого месяца (фаза кущения-колошения), при $r=-0,79^{**}-0,85^{**}$ (прил. 63).

При понижении температуры в мае 2000 и 2002 годов до 10,4-11,4⁰С урожайность озимой пшеницы по технологиям нового поколения была наибольшей и составила – 3,0-4,0 т/га, по традиционной 2,7-3,9 т/га. В 2010 году при максимальной температуре в мае за годы исследований (18,0⁰С), урожайность снижалась до минимальных значений 0,5-0,6 т/га. В среднем за годы исследований понижение температуры воздуха ниже среднегодовых значений способствовало получению 2,44-2,70 т/га зерна озимой пшеницы. При повышении температуры в мае выше 15,1⁰С урожайность по изучаемым технологиям снижалась на 0,99-1,20 т/га (68,3-79,5%). При этом наибольшая урожайность установлена на варианте, обработанным чизелем (2), которая в большинстве лет достоверно увеличивалась по сравнению с полем, где культура возделывалась по раннему пару (вар. 3) (рис. 8).

Кроме указанного выше показателя в исследованиях установлена существенная обратная на 5 % уровне взаимосвязь урожайности озимой

пшеницы с температурой воздуха за май-июнь ($r=-0,65^*-0,69^*$) и прямая с ГТК за май ($r=0,67^*-0,70^*$).

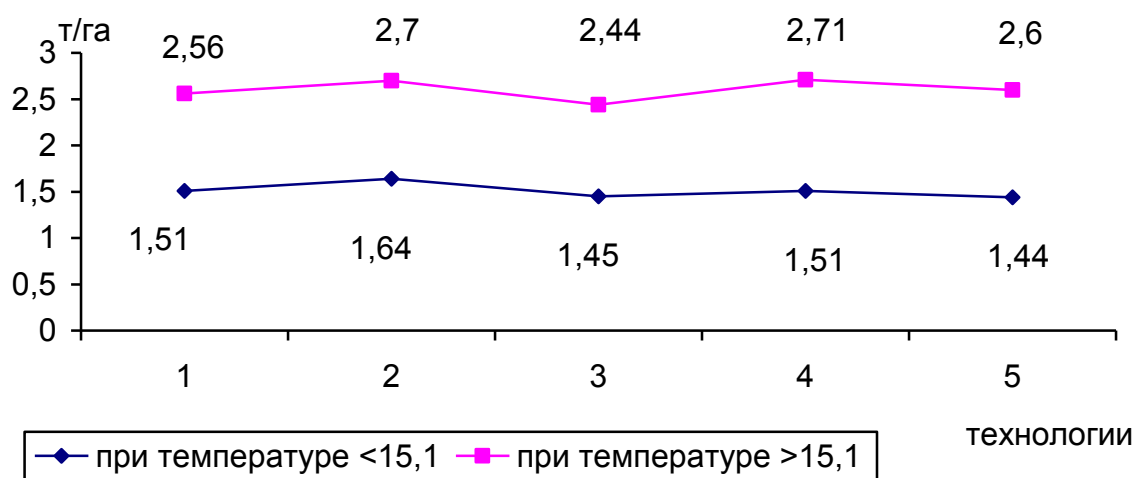


Рис. 8. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от температуры воздуха $^{\circ}\text{C}$ мая (2000-2010 гг.)

При возделывании озимой пшеницы по чистому пару взаимосвязь урожайности с осадками была наименьшей из анализируемых абиотических факторов.

По данным корреляционного анализа в отличие от озимой пшеницы и ранних яровых зерновых культур урожайность проса в наших исследованиях, как и в ранее анализируемом опыте, зависела в наибольшей степени от абиотических факторов июля (осадков, температуры и относительной влажности воздуха, ГТК). Со всеми этими показателями установлена достоверная на 1% уровне взаимосвязь. При этом наиболее тесная взаимосвязь урожайности культуры выявлена с относительной влажностью воздуха ($r = 0,90^{**} -0,92^{**}$) (прил. 64).

За 55% лет исследований при относительной влажности воздуха выше среднеемноголетних значений в июле (65%) урожайность проса составила 2,45-2,61 т/га, что на 1,10-1,41 т/га или в 1,8-2,2 раза выше значений в годы с влажностью ниже нормы (рис. 9).

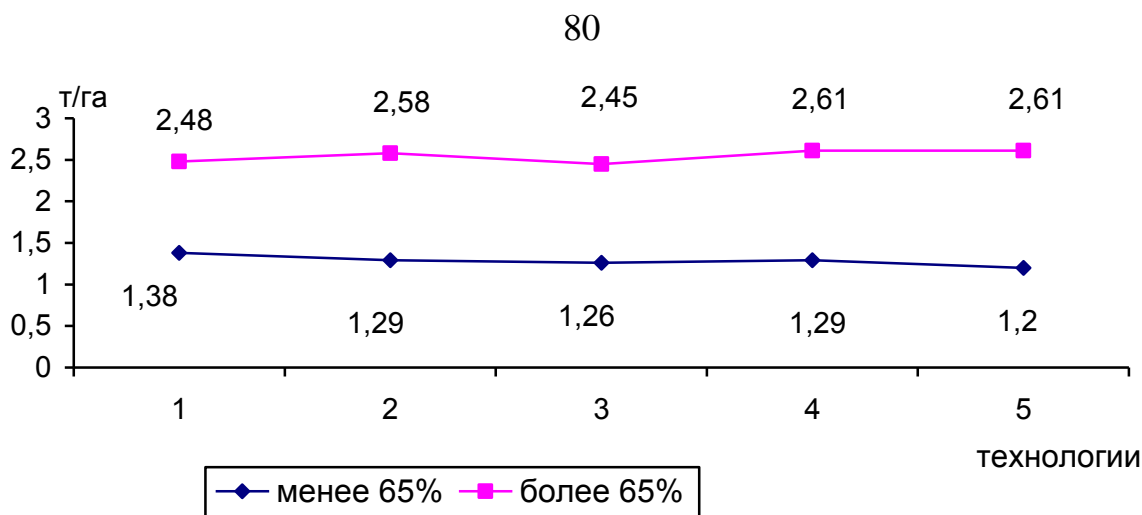


Рис. 9. Урожайность проса в зависимости от относительной влажности воздуха июля, % (2000-2010 гг.)

При этом недобор урожая на технологиях нового поколения, по сравнению с контролем, в годы с низкой относительной влажностью на 0,09-0,18 т/га (7,0-15,0%) связан с применением при посеве в 2002 году на этих вариантах сеялки СЗП-3,6, что обеспечило снижение урожайности на 48,6-84,5%

При анализе яровой мягкой пшеницы, как и на посевах озимой, наиболее тесная связь выявлена между урожайностью зерна яровой пшеницы (предшественник просо) и температурой ($r=-0,70^*-0,81^{**}$) в фазы развития - кущения-колошения (июнь) (прил. 65).

Данные согласуются с результатами исследований И.Ф. Медведева (2001), у которого установлена тесная корреляционная связь ($r=-0,71$) между урожайностью яровой пшеницей и температурой воздуха мая-июля. Увеличение температуры воздуха за период вегетации на 1°C , по сравнению со среднемноголетними значениями, способствовало снижению урожайности яровой пшеницы в этих опытах на 25-30% [251].

В наших исследованиях при понижении температуры воздуха до минимальных значений за годы исследований – $14,9^{\circ}\text{C}$ (06.2003 г.) урожайность яровой пшеницы по технологиям нового поколения составила 2,5-2,7 т/га, по традиционной 2,7 т/га. В 2010 году при максимальной температуре в июне за

годы исследований ($23,2^{\circ}\text{C}$), урожайность культуры снижалась до минимальных значений – 0,1-0,2 т/га.

В среднем за годы исследований понижение температуры воздуха ниже среднемноголетних значений способствовало получению 1,53-1,69 т/га зерна яровой пшеницы (рис. 10).

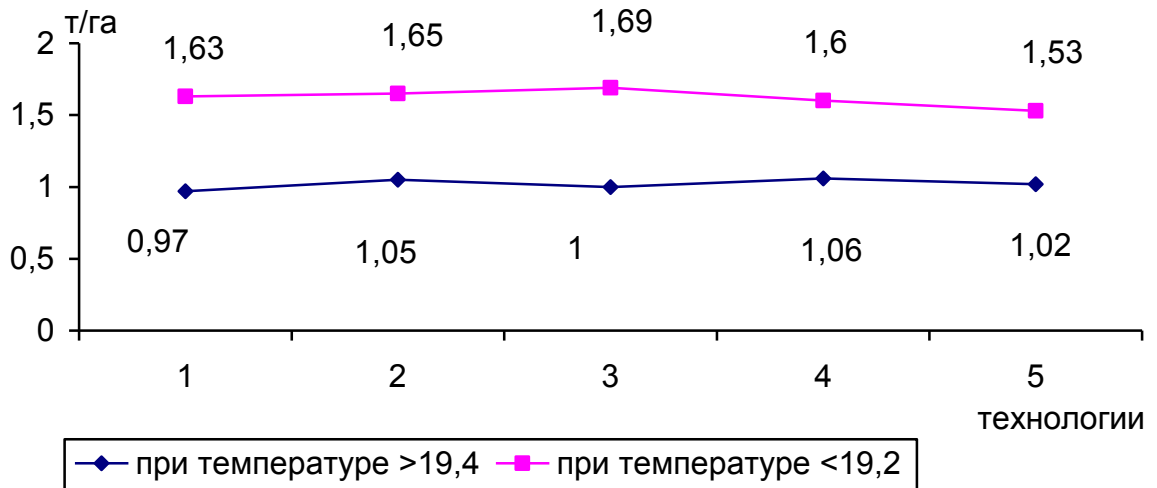


Рис. 10. Урожайность яровой пшеницы (предшественник просо) в зависимости от температуры воздуха $^{\circ}\text{C}$ июня (2000-2010 гг.)

При повышении температуры в июне выше среднемноголетних значений урожайность на вариантах опыта снижалась на 0,51-0,69 т/га (50,0-69,0%)

При этом достоверных различий на изучаемых технологиях, в зависимости от температурного режима июня не выявлено.

На посевах яровой пшеницы (предшественник кукуруза, горох +овёс) взаимосвязь урожайности с температурой июня на всех вариантах опыта была значимой на 1% уровне ($r=-0,78^{**}-0,83^{**}$) (рис. 11, прил. 66).

Так же, как и в четвёртом поле севооборота, максимальная урожайность на изучаемых вариантах была получена в 2003 году – 2,4-2,6 т/га, а минимальная в 2010 году не превышала 0,1 т/га. В среднем за годы исследований пониженный температурный режим воздуха способствовал получению 1,64-1,69 т/га зерна яровой пшеницы.

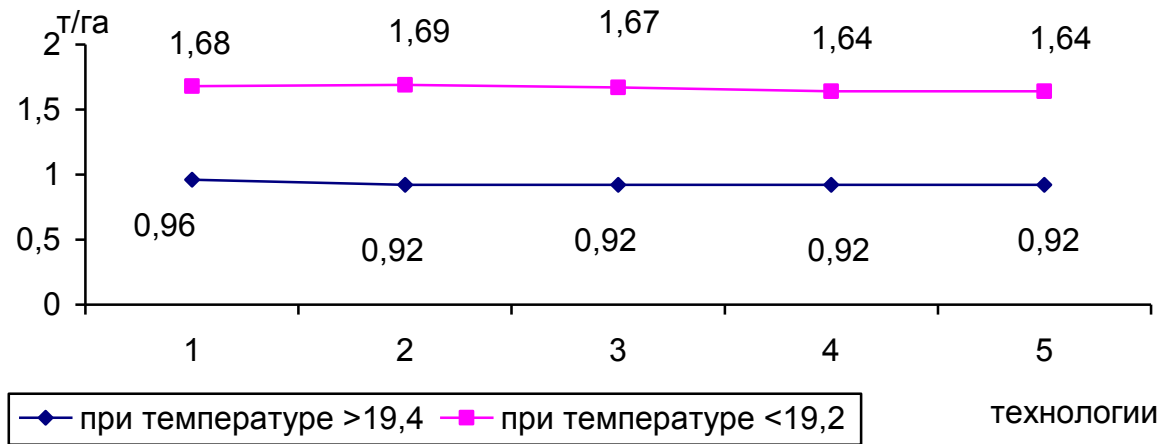


Рис. 11. Урожайность яровой пшеницы (предшественник кукуруза, горох+овёс) в зависимости от температуры воздуха $^{\circ}\text{C}$ июня (2000-2010 гг.)

При повышении температуры в июне выше средних значений, установлено ещё большее снижение урожайности, по сравнению с четвёртым полем, на 0,72-0,77 т/га (75,0-83,7%). При этом достоверных различий на изучаемых технологиях, в зависимости от температурного режима июня также не выявлено.

Кроме указанного выше показателя в исследованиях на обоих полях севооборота установлена существенная взаимосвязь урожайности яровой пшеницы со всеми абиотическими факторами. С температурой воздуха за май-июнь и май-июль установлена обратная зависимость ($r=-0,61^*-0,71^*$ и $r=-0,68^*-0,75^{**}$ соответственно), с осадками и ГТК за май-июнь ($r=0,66^*-0,76^{**}$) и относительной влажностью воздуха за май-июнь и июнь ($r=0,59-0,68^*$ и $r=-0,61^*-0,74^{**}$ соответственно) выявлена прямая взаимосвязь.

В шестилетних исследованиях по яровому ячменю (заключительное поле севооборота из абиотических факторов, наиболее существенная связь выявлена между урожайностью зерна ячменя и температурой за май-июнь ($r=-0,89^*-0,98^{**}$). При понижении температуры до минимальных значений за период май-июнь (2000, 2002 годы – 14,4-15,0 $^{\circ}\text{C}$) урожайность ярового ячменя по технологиям нового поколения составила 2,7-3,3 т/га, по традиционной 3,4-3,6 т/га. В 2010 году при максимальной температуре данного периода за годы

исследований ($20,6^{\circ}\text{C}$), урожайность культуры снижалась до минимальных значений – 0,2-0,4 т/га.

В среднем за годы исследований понижение температуры воздуха за май-июнь среднемноголетних значений способствовало получению 2,70-2,97 т/га зерна ярового ячменя (рис. 12).

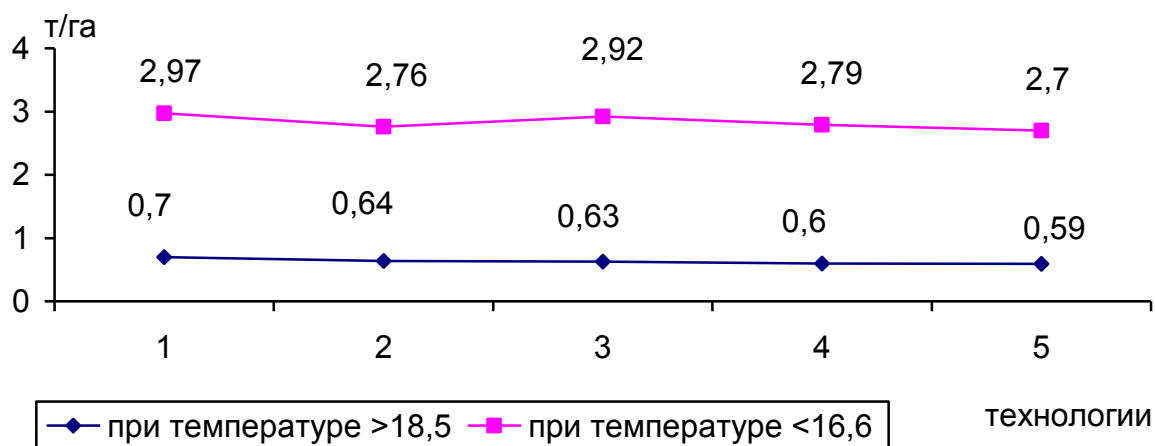


Рис. 12. Урожайность ярового ячменя в зависимости от температуры воздуха $^{\circ}\text{C}$ мая -июня (2000-2002; 2008-2010гг.).

При повышении температуры в критические фазы развития выше среднемноголетних значений в 2009 и 2010 годах установлено снижение урожайности ячменя в 4,2-4,7 раз. При этом достоверных различий на изучаемых технологиях, в зависимости от температурного режима июня не выявлено.

Кроме указанного выше показателя из средообразующих факторов в исследованиях установлена существенная обратная взаимосвязь урожайности ярового ячменя с температурой сентября-ноября, июня и мая-июля ($r=-0,80^*$ - $0,94^{**}$) и прямая с относительной влажностью воздуха и ГТК за июнь и май-июнь ($r=0,78$ - $0,97^{**}$).

В исследованиях выявлена различная в зависимости от изучаемых технологий взаимосвязь урожайности с осадками. На вариантах с вспашкой, прямым посевом и обработкой дисками максимальная связь установлена с осадками осеннего периода ($r=0,88^*$ - $0,93^*$). На вариантах с минимальной

обработкой под ячмень (2, 4) – с осадками за сельскохозяйственный год ($r=0,86^*-0,91^*$).

Таким образом, сложившееся изменение климата, проявившееся в повышении температурного режима холодного периода года, усилении засушливости тёплого периода, особенно мая месяца и улучшение влагообеспеченности июля месяца, способствовало улучшению условий продуктивности озимых и пропашных культур и ухудшению ранних яровых зерновых, особенно яровой пшеницы.

Данные условия способствуют расширению посевов озимых культур, что создаст условия для более устойчивого и эффективного ведения зернового хозяйства, и массового перехода на современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

При этом особое внимание, по мнению многих учёных, в Поволжском регионе при возделывании озимых следует уделить зерновым культурам: пшенице, ржи и тритикале [77, 379, 419].

Данные культуры являются в Поволжье страховыми. На производственных посевах Самарской области озимая мягкая пшеница устойчиво превышает яровую по урожайности – на 6,6-11 ц/га [290].

В настоящее время в Самарском НИИСХ созданы сорта озимых культур значительно превосходящие по продуктивности, ранее районированные. По данным наших исследований, максимальная урожайность новых сортов озимой пшеницы Малахит, Светоч, Бирюза составляет от 5,0 до 7,0 т/га, что выше ранее районированных сортов на 0,8-3,1 т/га. Чистый доход от их возделывания возрастает в 1,8-2 раза.

Эти сорта хорошо используют для формирования урожая влагу осенне-зимнего и ранневесеннего периодов и обеспечивают высокую окупаемость минимальных и средних доз минеральных удобрений (до 8 кг/кг.д.в.).

Изменившиеся погодные условия, характеризующиеся повышением температуры воздуха и уменьшением количества осадков и ГТК в мае-июне, негативно влияют на рост и развитие яровой мягкой пшеницы, что привело к

резкому сокращению посевных площадей под этой культурой в регионе. Однако рост востребованности и экономической эффективности возделывания яровой твёрдой пшеницы, высокое качество зерна, засухоустойчивость новых сортов должны привести к стабилизации площадей посевов яровой пшеницы, совершенствованию технологий её возделывания.

В связи с существенным увеличением количества осадков в июле месяце важным резервом повышения производства зерна является расширение посевов кукурузы и других жаростойких поздних культур.

Использование перспективных отечественных раннеспелых гибридов кукурузы, созданных в Самарском НИИСХ и Поволжском НИИСС, позволит получать стабильно до 4,0-4,5 т полноценного фуражного зерна с высокими кормовыми достоинствами

Необходимо продолжить работу по совершенствованию структуры посевных площадей масличных культур и по переходу на более эффективные технологии их возделывания.

Изменившиеся климатические условия требуют пересмотра не только структуры посевных площадей, но и отдельных технологических операций и технологий в целом.

В частности, сопряжённость урожайности сельскохозяйственных культур с абиотическими факторами свидетельствует о необходимости посева ранних зерновых культур в предельно ранние сроки. Особенно важно не задерживаться с посевами ячменя и овса.

Полученные результаты исследований доказывают перспективность более раннего, по сравнению со сложившимися сроками, посева и некоторых поздних зерновых.

По нашим данным, на полях с высокой культурой земледелия наиболее целесообразен ранний прямой посев проса, проводимый вслед за посевом ранних яровых зерновых культур (конец первой начало второй декады мая), позволяющий убирать культуру в конце августа начале сентября и получать стабильно 3,0-4,0 и более т/га зерна [76, 334].

В связи с увеличением вегетационного периода растений в осенний период и возрастанием количества осадков в сентябре оптимальные сроки посева озимых культур сдвигаются, по сравнению с ранее принятыми, для ржи на 20-30 августа, озимой пшеницы и тритикале – на период с 25 августа по 10 сентября [79, 445].

Особый интерес в связи с оценкой поведения новых сортов в условиях изменившихся погодных условий представляют исследования по выявлению их агроресурсного потенциала.

ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО, ЗАСОРЁННОСТЬ ПОСЕВОВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОПАРПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА

В исследованиях за 1975-1998 гг. в семипольном зернопарпропашном севообороте изучались пять способов основной обработки почвы:

1. Вспашка на глубину 20-22 см, под все культуры севооборота (контроль);
2. Лемешное лушение на 12-14 см, под все культуры;
3. Плоскорезная обработка на 20-22 см, под все культуры;
4. Плоскорезная обработка на 10-12 см, под все культуры;
5. До 1982 года – без основной обработки почвы, с 1983 года – комбинированная обработка почвы в севообороте: под пар – плоскорезная на 10-12 см, под кукурузу вспашка на 20-22 см, под просо и яровую пшеницу – лемешное лушение на 12-14 см, под ячмень и овёс – плоскорезная обработка на 20-22 см.

4.1. Плотность и водный режим почвы

Основным и наиболее существенным показателем физического состояния почвы для возделывания сельскохозяйственных культур является её плотность.

Установлено, что максимальной продуктивности культурные растения достигают при оптимальной плотности сложения почвы, которая зависит от гранулометрического состава, содержания гумуса, структуры, количества внесения органических и минеральных удобрений, влажности почвы и других факторов [14, 147, 222, 250]. В свою очередь объёмная масса почвы влияет на её водный, воздушный, тепловой, питательный режимы и микробиологическую активность [182, 331].

Каждый тип почв имеет свою характерную плотность почвы, к которой он стремится в естественном состоянии без обработок под действием силы тяжести, осадков, оттаивания, высыхания и т.д.

По данным российских учёных И.Б. Ревута (1972), Г.И. Казакова и др. (2008) у чернозёмов с ярко выраженной макроструктурой равновесная (естественная плотность сложения) в пахотном слое не бывает более 1,0-1,3 г/см³. Серозёмы и многие подзолистые, солонцеватые, каштановые почвы самоуплотняются до 1,3-1,6 г/см³, серые лесные почвы имеют равновесную плотность в пахотном слое на уровне – 1,1-1,4 г/см³ [122, 332].

В процессе многолетних исследований в Среднем Заволжье, Г.И. Казаков (1988, 2008) пришёл к выводу, что равновесная объёмная масса одной и той же почвы зависит от времени года и вида сельскохозяйственных культур. При этом взаимосвязь культурных растений с плотностью сложения почвы различна [141, 147].

Отклонение плотности от оптимальных значений, как в меньшую, так и большую сторону, ухудшает условия жизни растений и способствует снижению урожайности культур. Данная тенденция усиливается на тяжёлых по гранулометрическому составу почвах. Так уплотнение почвы, по сравнению с оптимальными значениями, ограничивает рост корней, резко уменьшает доступность влаги и обеспеченность воздухом [72, 147, 333].

Отклонение плотности почвы от оптимальных значений в меньшую сторону снижает запасы продуктивной влаги в почве [147, 333, 356], полевую всхожесть семян [27, 117] и содержание элементов питания в почве [72, 228, 423].

Показатели оптимальной плотности почв почти для всех сельскохозяйственных культур варьируют в широких пределах. По мнению В.В.Медведева (1988) причина этого – различная влажность почв во время проведения исследований [249].

А.И. Пупонин (1984), А.А. Чернявский (1984) и Г.И. Казаков (2008) установили, что у зерновых культур требования к плотности почвы изменяются

в зависимости от влагообеспеченности. При хорошем снабжении растений водой негативное действие уплотнения значительно уменьшается [147, 325, 401].

Требования растений к плотности могут также корректироваться различным уровнем обеспеченности элементами питания [249].

Во многих зонах для большинства биологических групп и отдельных растений установлены показатели оптимальной плотности сложения.

В Среднем Заволжье определением параметров оптимальной плотности сложения пахотного слоя почвы занимались Г.И.Казаков и И.А.Чуданов. На обыкновенных тяжелосуглинистых чернозёмах в слое 0-30 см для ранних яровых зерновых оптимальной является объёмная масса 1,0-1,2 г/см³, озимой пшеницы и ржи – 1,2-1,3 г/см³, кукурузы, гороха – 0,9-1,1 г/см³ [141, 143, 147, 411, 413].

По мнению Г.И.Казакова и др. (1996; 2008) оптимальная плотность сложения для зерновых, кукурузы и гороха должна быть дифференцирована по глубине пахотного слоя: сверху до 7-10 см она должна быть рыхлой, с плотностью этого слоя 0,98-1,04 г/см³, ниже разрыхлённого слоя оптимальные показатели должны повышаться. Для озимых они находятся на уровне – 1,1-1,3 г/см³, гороха и кукурузы – 1,0-1,1 г/см³, яровых зерновых – 1,0-1,2 г/см³ [122, 144].

Регулирование сложения пахотного слоя осуществляется обработкой почвы [23, 122]. Однако, при этом многими исследованиями установлено, что величина объёмной массы пахотного слоя в большей мере зависит от метеорологических условий в осенне-зимний и ранневесенний периоды, до посева сельскохозяйственных культур, чем от способов основной обработки почвы. В годы с влажным вневегетационным периодом почва к возобновлению весенней вегетации растений на всех обработках уплотняется сильнее, чем в годы с меньшим количеством осадков в указанные сроки [147, 363].

В нашем опыте, в среднем за годы исследований, в весенний период наименьшая плотность сложения почвы в пахотном слое (0-30 см) была на

варианте со вспашкой – 1,08-1,10 г/см³ (яровые зерновые), 1,14 г/см³ (озимая пшеница). Применение лемешного лущения и плоскорезной обработки на 20-22 см несущественно увеличивало плотность почвы. Под посевами яровых культур на 0,9-4,6%, озимой пшеницы на 1,8% (табл. 7).

Таблица 7

Плотность почвы при разных способах основной обработки почвы
весной, г/см³ (1975-1998 гг.)

Культуры, поля	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
Пар*	1,08	1,09	1,11	1,14	1,13
Озимая пшеница**	1,14	1,14	1,16	1,19	1,17
Просо	1,10	1,11	1,14	1,17	1,16
Кукуруза	1,10	1,12	1,12	1,15	1,13
Овёс	1,08	1,13	1,13	1,18	1,14
Среднее по севообороту	1,09	1,12	1,13	1,17	1,15

Примечание: * средние результаты за 1975-1997 гг.; ** средние результаты за 1976-1998 гг.; по остальным культурам - средние результаты за 1976-1997 гг.

Применение мелкой плоскорезной обработки почвы на 10-12 см способствовало более существенному повышению плотности почвы, по сравнению с контролем, на 0,05-0,1 г/см³ (4,4-9,3 %).

При корреляционном анализе на данном варианте установлена прямая достоверная взаимосвязь показателя с запасами продуктивной влаги в пахотном слое почвы. Особенно чётко эта тенденция прослеживалась на посевах проса и кукурузы ($r=0,47^*-0,54^{**}$ соответственно) (табл. 8).

Следует отметить, что под посевами яровых зерновых культур объемная масса почвы по различным вариантам обработки не выходила за пределы оптимального значения (1,0-1,2 г/см³) для этих культур. В посевах озимой пшеницы более плотное сложение почвы, по сравнению с яровыми культурами, благоприятное для роста и развития культуры наблюдалось при плоскорезных обработках на разную глубину. Для кукурузы оптимальная объемная масса

(1,0-1,1 г/см³) установлена на варианте с ежегодной вспашкой на 20-22 см, под все скльскохозяйственные культуры в севообороте.

Таблица 8

Существенная корреляционная взаимосвязь плотности 0-30 см слоя с количеством осадков и запасами продуктивной влаги в почве (1976-1998 гг.)

Показатели	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
Озимая пшеница					
1. Осадки сентября-ноября	0,53*	0,45*	0,47*	0,49*	0,42*
2. Осадки сентября-марта	0,55**	0,54**	0,46*	0,48*	0,45*
Просо					
1. Осадки сентября-апреля	0,43*	0,41	0,32	0,36	0,29
2. Запасы продуктивной влаги (0-30 см)	0,39	-0,05	0,17	0,47*	0,63**
Кукуруза					
1. Запасы продуктивной влаги (0-30 см)	0,17	0,51*	0,39	0,54**	0,27
Овёс					
1. Осадки сентября-ноября	0,27	0,42*	0,47*	0,53*	0,22
2. Осадки сентября-апреля	0,39	0,52*	0,52*	0,53*	0,30

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Проведённый корреляционный анализ подтвердил отсутствие зависимости урожайности исследуемых культур от плотности почвы в весенний период. При возделывании озимой пшеницы слабая обратная взаимосвязь между признаками колебалась от $r=-0,08-0,10$ (2, 4, 5 вар.), до $r=-0,2-0,21$ (на вариантах с более глубокими обработками – 1, 3). Аналогичные результаты получены при возделывании кукурузы и овса. На посевах проса взаимосвязь между изучаемыми показателями колебалась от слабой обратной $r=-0,02$ (2, 5) до слабой прямой $r=0,11-0,3$ (1, 3, 4).

В среднем по севообороту наиболее рыхлое сложение почвы установлено на варианте с ежегодной вспашкой – 1,09 г/см³. Применение мелкой отвальной

и плоскорезной обработки на 20-22 см увеличивало плотность почвы несущественно (на 2,8-3,7 %). Более высокая плотность почвы – 1,15 г/см³ на варианте с комбинированной обработкой, связана с уплотнением пахотного слоя в первой ротации севооборота, когда здесь основная обработка почвы не проводилась. Наибольший показатель установлен при мелкой плоскорезной обработке – 1,17 г/см³, что на 7,3 % выше контроля.

Математический анализ зависимости плотности сложения почвы от абиотических факторов за годы исследований выявил наиболее существенную прямую взаимосвязь этого показателя с осадками осенне-весеннего периода (табл. 8), что согласуется с данными Г.И. Казакова (2008), полученными в более благоприятных по увлажнению условиях Заволжья (центральная и северная зона Самарской области) [147].

Большое количество осадков во вневегетационный период способствовало уплотнению почвы к началу вегетации исследуемых культур. Наибольшее уплотнение почвы на 0,09-0,14 г/см³ (8,2-12,9%), по сравнению с годами, когда количество осадков было ниже нормы, установлено на варианте со вспашкой и плоскорезной обработкой на 10-12 см (табл. 9).

Таблица 9

Плотность почвы весной при разных способах основной обработки почвы в зависимости от осадков вневегетационного периода, г/см³ (1976-1998 гг.)

Культуры, показатели	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
Озимая пшеница	<u>1,10*</u>	<u>1,10</u>	<u>1,13</u>	<u>1,15</u>	<u>1,12</u>
	1,19	1,18	1,19	1,24	1,24
Просо	<u>1,04</u>	<u>1,05</u>	<u>1,09</u>	<u>1,12</u>	<u>1,10</u>
	1,15	1,15	1,17	1,21	1,22
Кукуруза	<u>1,04</u>	<u>1,10</u>	<u>1,06</u>	<u>1,10</u>	<u>1,10</u>
	1,15	1,14	1,16	1,20	1,16
Овёс	<u>1,01</u>	<u>1,07</u>	<u>1,07</u>	<u>1,10</u>	<u>1,08</u>
	1,14	1,18	1,16	1,24	1,19
Среднее по севообороту	<u>1,05</u>	<u>1,08</u>	<u>1,09</u>	<u>1,12</u>	<u>1,10</u>
	1,16	1,16	1,17	1,22	1,20

Примечание*: в числителе плотность почвы в годы с количеством осадков во вневегетационный период меньше нормы; в знаменателе ... больше нормы

На вариантах с минимальными обработками почвы (2, 3, 5) плотность почвы весной в зависимости от количества осадков за осенне-весенний период изменялась в меньшей степени. Увеличение количества осадков во вневегетационный период выше нормы способствовало уплотнению почвы на 0,06-0,12 г/см³ (5,3-10,9 %). При этом в посевах озимой пшеницы и проса существенная прямая взаимосвязь между плотностью сложения почвы и количеством осадков за осенне-весенний период установлена на вариантах с отвальной обработкой и вспашкой – $r=0,54^{**}$ - $0,55^{**}$ и $r=0,41$ - $0,43^*$ соответственно. В заключительном поле севооборота (овёс) наибольшая взаимосвязь между показателями выявлена на вариантах 2-4 – $r=0,52^*$ - $0,53^*$.

Применение двух культиваций под посев кукурузы нивелировало взаимосвязь осадков вневегетационного периода с показателями плотности почвы в период всходов культуры.

Водный режим почвы. В Среднем Заволжье на плодородных черноземных почвах одним из главных факторов, определяющих величину и качество урожая сельскохозяйственных культур, является влага.

Основным источником поступления воды в почву в этой зоне являются атмосферные осадки, так как грунтовые воды залегают глубоко, а конденсационные процессы не имеют практического значения в накоплении воды [38]. Основной запас влаги в почве обеспечивают осенние и зимние осадки. Летние осадки, часто даже значительные, в большей своей массе не доходят до корневой системы растений, испаряясь с поверхности почвы [159, 160]. По данным А.П. Спирина (1998), непроизводительные потери воды на испарение достигают в летние месяцы 40-70% [359].

В многочисленных исследованиях, посвященных обработке почвы и проведенных ранее, отмечалось положительное влияние глубокой вспашки на водный режим почвы, условия роста и развития растений [47, 316, 425].

Однако в ряде опытов установлено, что положительный эффект глубокой обработки в увеличении запасов почвенной влаги в весенний период проявляется в годы с хорошим увлажнением в осенне-зимний период. В годы с

количеством осадков на уровне среднемноголетних значений и ниже во вневегетационный период, глубина и способ основной обработки почвы не имеет значения [37, 72, 146, 191, 239]. Более того, по данным А.П. Спирина (1998) И.А. Чуданова, О.И. Горянина (1999) А.И. Шабаетова и др. (2003) в засушливых районах на плакорно-равнинных агроландшафтах предпочтительнее безотвальная осенняя обработка почвы, которая обеспечивает максимальное сохранение стерни и других растительных остатков, способствует большему накоплению и сохранению почвенной влаги. Орудия безотвального типа, по сравнению с отвальными, меньше образуют глыб, дают более выровненную поверхность, не выворачивают и не иссушают влажные слои почвы [338, 359, 409].

Сохранившаяся стерня и другие растительные остатки после плоскорезных обработок способствуют активному накоплению снега. В зависимости от разных факторов превышение высоты снежного покрова при обработках, проведённых плоскорезными орудиями над вспахантыми вариантами сильно колеблется [76, 275, 413].

В результате лучшего накопления снега почва промерзает на меньшую глубину, раньше оттаивает и весной лучше впитывает влагу, что обеспечивает увеличение запасов общей и продуктивной влаги весной при плоскорезной обработке [21, 33, 275].

В исследованиях П.П. Колмакова и А.М. Нестеренко (1981) установлено, что даже если вспашка, по сравнению с минимальными обработками, обеспечивает большее накопление влаги к весне, то это преимущество выравнивается в течение 2-3 недель после посева, при этом безотвальные обработки почвы в условиях умеренного и недостаточного увлажнения обеспечивают более экономный расход влаги [185].

По данным Г.И. Казакова (2008) оставление стерни и её частичное перемешивание с верхним слоем почвы снижает испарение на 5-10% или снижает абсолютную величину удельного испарения на 0,01-0,02 мм/ч [147].

В наших исследованиях, в среднем за годы исследований, наибольшие весенние запасы продуктивной влаги в паровом поле и под посевами яровых зерновых и кукурузу были при обработках почвы на 20-22см – 108,6-115,7 мм (табл. 10).

Таблица 10

Запасы продуктивной влаги в метровом слое при разных способах основной обработки почвы, весной, мм (1975-1998 гг.)

Культуры, поля	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
Пар*	110,6	104,8	114,8	99,9	105,7
Озимая пшеница**	109,8	109,4	112,5	101,3	108,8
Просо	113,8	103,6	110,9	96,6	102,9
Кукуруза	110,3	103,7	108,6	87,2	101,9
Овёс	114,4	110,7	115,7	93,5	108,1
Среднее по севообороту	111,8	106,4	112,5	95,7	105,5

Примечание: * средние результаты за 1975-1997 гг.; ** средние результаты за 1976-1998 гг.; остальные культуры – средние результаты за 1976-1997 гг.

Преимущество в запасах влаги на этих вариантах связано с лучшим усвоением осенне-весенних осадков в годы с большим их количеством в данный период в паровом поле на 13,1-25,8 %, под посевами проса и кукурузу на 4,5-21,1 % (табл.11).

Применение мелкой отвальной и комбинированной обработки в севообороте снижали запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы до 103,6-110,7 мм и 101,9-108,1 мм (на 3,3-9,8% и 4,6-10,6 % соответственно).

Минимальные запасы влаги, практически во все годы исследований, вследствие худшего усвоения осадков осенне-весеннего периода, установлены на варианте с мелкой плоскорезной обработкой – 87,2-99,9 мм, что на 10,7-17,2 мм (10,7-17,8 %) меньше лучших вариантов.

Под посевами озимой пшеницы и в среднем по севообороту, за исключением варианта с мелкой плоскорезной обработкой, существенной

разницы в запасах продуктивной влаги в метровом слое почвы при изучаемых способах основной обработки не наблюдалось.

Таблица 11

Запасы продуктивной влаги в метровом слое в зависимости от осадков
вневегетационного периода, мм (1975-1998 гг.)

Культуры, поля	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
Чистый пар	<u>99,1*</u>	<u>103,7</u>	<u>104,5</u>	<u>98,0</u>	<u>101,6</u>
	125,6	106,0	128,2	101,9	111,1
Озимая пшеница	<u>98,1</u>	<u>102,7</u>	<u>98,7</u>	<u>87,6</u>	<u>105,2</u>
	122,6	116,7	127,6	116,3	112,7
Просо	<u>109,6</u>	<u>96,5</u>	<u>99,0</u>	<u>92,4</u>	<u>99,7</u>
	115,9	109,6	120,8	100,0	105,7
Кукуруза	<u>99,7</u>	<u>95,9</u>	<u>98,3</u>	<u>79,3</u>	<u>86,0</u>
	119,2	110,1	117,1	93,8	115,1
Овёс	<u>106,9</u>	<u>99,0</u>	<u>107,2</u>	<u>89,6</u>	<u>108,0</u>
	121,6	120,5	122,7	96,6	108,1
Среднее по севообороту	<u>102,7</u>	<u>99,6</u>	<u>101,5</u>	<u>89,4</u>	<u>100,1</u>
	121,0	112,6	123,3	101,7	110,5

Примечание*: в числителе запасы продуктивной влаги в почве в годы с количеством осадков во вневегетационный период меньше нормы; в знаменателе ... больше нормы

В пахотном слое почвы выявлена аналогичная, с метровым слоем тенденция, по накоплению запасов продуктивной влаги в почве. Об этом свидетельствует значимая на 1% уровне взаимосвязь между этими признаками (табл. 12).

В проведённых исследованиях не установлено существенной взаимосвязи запасов продуктивной влаги в весенний период с урожайностью исследуемых культур (прил. 6, 7, 9, 11). На полях, где возделывались просо и овёс более высокая сопряжённость с урожайностью, связанная с повышением полевой всхожести, установлена с весенними запасами влаги в слое 0-30 см ($r=0,22-0,32$ и $r=0,15-0,44^*$). На кукурузе, вследствие большой зависимости культуры от влагообеспеченности посевов в июле месяце, коэффициент корреляции между этими признаками был наименьшим и колебался от -0,18 до 0,14. В посевах озимой пшеницы наибольшая взаимосвязь урожайности культуры с весенними

запасами влаги установлена на вариантах со вспашкой и плоскорезной обработкой на 20-22 см ($r=0,30-0,38$).

Таблица 12

Существенная корреляционная взаимосвязь запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы в весенний период со средообразующими факторами и запасами продуктивной влаги (1975-1998 гг.)

Показатели	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
Пар					
1. Осадки сентября-ноября	0,63**	0,2	0,39	0,18	0,02
Озимая пшеница					
1. Запасы продуктивной влаги в паровом поле (0-100см)	0,43*	0,22	0,29	0,04	0,23
2. Осадки сентября-ноября	0,52*	0,31	0,45*	0,31	0,16
3. Осадки сентября-апреля	0,58**	0,26	0,48*	0,4	0,02
Просо					
1. Запасы продуктивной влаги (0-30 см)	0,82**	0,76**	0,80**	0,60**	0,77**
2. Температура сентября-ноября	-0,44*	-0,16	-0,40	-0,33	-0,16
3. Температура сентября-апреля	-0,45*	-0,13	-0,24	-0,2	-0,36
Кукуруза					
1. Запасы продуктивной влаги (0-30 см)	0,76**	0,66**	0,85**	0,67**	0,86**
2. Осадки сентября-апреля	0,33	0,23	0,30	0,32	0,45*
2. Температура сентября-апреля	-0,29	-0,45*	-0,25	-0,14	-0,21
Овёс					
1. Запасы продуктивной влаги (0-30 см)	0,65**	0,63**	0,91**	0,63**	0,74**

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Корреляционный анализ влажности почвы с абиотическими факторами за годы исследований в звене пар – озимая пшеница выявил преимущество в

накоплении влаги к возобновлению весенних полевых работ, особенно в годы с большим количеством осадков за осенне-весенний период, на вариантах с обработками почвы на 20-22 см.

В посевах яровых зерновых культур зависимость весенних запасов продуктивной влаги в почве от осадков вневегетационного периода была слабой.

Таким образом, длительное применение минимальных отвальных и безотвальных обработок не приводит к переуплотнению чернозёма обыкновенного. Увеличение плотности почвы и ухудшение водного режима почвы на варианте с мелкой плоскорезной обработкой способствовало снижению урожайности в отдельные годы только на посевах кукурузы.

4.2. Питательный режим почвы

Черноземы и каштановые почвы Среднего Заволжья обладают большим резервом основных питательных веществ, необходимых для роста и развития растений, однако большая их часть находится в малодоступном для них состоянии. Поэтому одной из главных задач земледелия является повышение усвояемости культурными растениями этих питательных веществ пахотного слоя [253, 270, 296].

В решении этой проблемы одной из основных ролей принадлежит обработке почвы, которая, регулируя интенсивность микробиологических процессов, изменяет в лучшую сторону пищевой, водно-воздушный и тепловой режимы почвы [140, 147, 167, 171, 197, 211].

Однако результаты предыдущих исследований о влиянии систем обработки почвы на ее питательный режим и в целом на плодородие весьма противоречивы.

По данным Ч.П. Аллена (1985) из 45 лет опытов, проведённых в разных районах Англии, в 68,9 % лет (31 год) потребность озимой пшеницы в азотных удобрениях по вспашке и при её отсутствии была одинаковой, в 10 годах

(22,2%) она была ниже по вспашке, и в 4 года растения были лучше обеспечены почвенным азотом при прямом посеве [9].

По мнению В.Ф. Ладонина (1997) длительное применение безотвальной разноглубинной и мелкой обработки способствует усилению деятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов в верхней части пахотного слоя. При этом происходит иммобилизация минеральных форм азота, и он на некоторое время становится недоступным для растений [230].

По данным В.М. Зерфуса (1979), Г.И. Казакова (1990), К.З. Халиуллина (1994), И.А. Чуданова (2006) бесплужные обработки почвы повышают содержание подвижного фосфора в почве [123, 143, 390, 413].

Улучшение фосфатного режима почвы при поверхностных и плоскорезных обработках, по мнению В.Н. Слюсарева (1979, 1987), связано с большим уплотнением почвы, которое благоприятно влияет на жизнедеятельность бактерий в прямой зависимости, от которых находится содержание доступных форм фосфора в почве [25, 351].

С.С. Сдобников (1988) считает, что в условиях Северного Казахстана, и засушливых районов с чернозёмными почвами, систематическая безотвальная обработка почвы способствует дифференциации пахотного слоя по плодородию, вследствие чего ухудшаются условия питания и влагообеспеченность растений. По его данным, наиболее целесообразным строением пахотного слоя является гетерогенное, но с преимуществом факторов плодородия в нижней части корнеактивного слоя почвы [345].

Аналогичного мнения, что длительное применение мелких и поверхностных безотвальных обработок увеличивает содержание гумуса и подвижных форм питательных веществ, по сравнению со вспашкой, только в слое 0-10 см придерживаются многие отечественные и зарубежные исследователи [166, 169, 170, 217, 261].

Одним из основных макроэлементов влияющим на урожайность сельскохозяйственных культур в Среднем Поволжье является азот.

В наших исследованиях наилучший азотный режим почвы в начальные фазы развития растений складывался при отвальных обработках (табл. 13).

Таблица 13

Содержание доступных питательных веществ в пахотном слое при разных способах основной обработки почвы, мг/кг почвы (1975-1998 гг.)

Культуры, поля	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
NO_3					
Пар	38,4	37,9	34,1	30,8	34,2
Кукуруза	40,2	46,4	38,4	34,1	35,3
Среднее по севообороту	39,3	42,2	36,3	32,5	34,8
P_2O_5					
Пар	154,8	171,8	169,8	174,2	166,4
Кукуруза	157,1	180,4	160,8	164,5	154,6
Среднее по севообороту	156,0	176,1	165,3	169,4	160,5
K_2O					
Пар	197,9	222,8	209,0	202,5	189,1
Кукуруза	190,4	227,3	206,1	182,3	174,0
Среднее по севообороту	194,2	225,1	207,6	192,4	181,6

В условиях степного Поволжья, в связи с преобладанием аэробных процессов, основной формой питания растений азотом является нитратный азот [10, 433]. Поэтому в наших исследованиях определялось количество нитратов в почве.

По вспашке и лемешному лущению, в паровом поле и под посевами кукурузы, содержание NO_3 весной составило соответственно 37,9-38,4 и 40,2-46,4 мг/кг почвы, что на 3,7-4,3 (10,8-12,6 %) и 1,8-11,1 мг/кг почвы (4,7-31,4 %) превышало значения, полученные на вариантах с плоскорезной на 20-22 см и комбинированной обработкой почвы в севообороте.

Наименьшее количество нитратов – 30,8-34,1 мг/кг почвы, связанное с большим количеством стерни на поверхности почвы, которая замедляла ее

прогревание и соответственно микробиологическую активность, установлено на варианте с мелкой плоскорезной обработкой на 10-12 см.

В среднем по севообороту, количество NO_3 здесь, по сравнению с вариантами, где применялась мелкая отвальная обработка и вспашка, снижалось на 6,8-9,7 мг/кг почвы (20,9-29,8 %).

В исследованиях установлена обратная существенная взаимосвязь содержания нитратов в весенний период на паровом поле с количеством осадков за сентябрь-март (табл. 14).

Таблица 14

Существенная корреляционная взаимосвязь подвижных макроэлементов в начале парования со средообразующими факторами, урожайностью и плотностью почвы (1975-1997 гг.)

Показатели	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
NO_3					
1. Осадки сентябрь-март	-0,39	-0,42*	-0,47*	-0,16	-0,41
2. Урожайность озимой пшеницы	0,51*	0,51*	0,42*	0,41	0,59**
P_2O_5					
1. Плотность почвы 0-30 см (весной)	0,32	0,19	-0,34	-0,58**	-0,33
K_2O					
1. Плотность почвы 0-30 см (весной)	0,54*	0,51*	0,41	0,30	0,17

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Большое количество осадков в осенне-весенний период способствовало, независимо от способов основной обработки, миграции подвижного азота в подпахотный слой. На вариантах, обработанных в осенний период отвальными орудиями вымывание азота в подпахотные слои происходило интенсивнее, что согласуется с данными, полученными многими российскими учёными [62, 301].

В результате в наших исследованиях в чистом пару содержание нитратов, в годы с количеством осадков во вневегетационный период выше нормы, в

зависимости от исследуемых вариантах изменялось несущественно и составило – 24,9-28,0 мг/кг почвы (табл.15).

Таблица 15

Содержание подвижных питательных веществ весной в слое 0-30см при разных способах основной обработки почвы в зависимости от осадков сентября-апреля, мг/кг почвы (1976-1998 гг.)

Питательные вещества	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
Чистый пар					
NO ₃	<u>50,0*</u> 27,9	<u>48,6</u> 28,0	<u>42,8</u> 26,1	<u>37,6</u> 26,6	<u>44,0</u> 24,9
P ₂ O ₅	<u>144,4</u> 164,3	<u>164,0</u> 179,0	<u>174,0</u> 166,0	<u>180,5</u> 168,1	<u>172,5</u> 160,7
K ₂ O	<u>193,9</u> 201,6	<u>206,8</u> 237,4	<u>214,6</u> 203,8	<u>204,0</u> 201,1	<u>197,9</u> 181,1
Кукуруза					
NO ₃	<u>45,5</u> 35,8	<u>45,7</u> 47,0	<u>39,5</u> 37,4	<u>39,1</u> 30,0	<u>37,4</u> 33,4
P ₂ O ₅	<u>157,8</u> 156,5	<u>170,3</u> 188,8	<u>153,4</u> 167,0	<u>169,8</u> 160,0	<u>169,0</u> 159,3
K ₂ O	<u>209,0</u> 174,8	<u>219,7</u> 234,4	<u>201,2</u> 210,1	<u>189,7</u> 176,2	<u>176,9</u> 172,1

Примечание*: в числителе содержание элементов в годы с количеством осадков во вневегетационный период меньше нормы; в знаменателе ... больше нормы

В годы с количеством осадков меньше нормы наблюдалась обратная тенденция и наилучшие условия для сохранения и накопления нитратов в пахотном слое, выявлены на более интенсивных (по способам обработки почвы) вариантам. По сравнению с годами, когда было установлено большое количество осадков во вневегетационный период, количество NO₃ здесь возрастало на 73,6-79,2%. На вариантах с плоскорезными обработками почвы на разную глубину колебания содержания нитратов в зависимости от увлажнения вневегетационного периода снижались и составили – 41,4 – 64,0%, при наименьших значениях на варианте с мелкой плоскорезной обработкой.

Весенние механические обработки, разрыхляя почву и усиливая нитрификационные процессы, способствовали нивелированию содержания нитратов в годы с разным уровнем увлажнения. Так под посевами кукурузы в конце мая начале июня максимальное колебание в содержании NO_3 не превышала 30,3% (вар. 4).

Чернозёмы Среднего Поволжья в основном хорошо обеспечены фосфатами. В наших исследованиях содержание P_2O_5 в весенний период на всех вариантах опыта также было высоким. Минимализация обработки почвы способствовала дальнейшему увеличению подвижных фосфатов в почве, по сравнению с вспашкой. Это объясняется тем, что на этих вариантах более плотная почва благоприятно влияла на процессы, повышающие обеспеченность почв фосфатами. Особенно чётко данная тенденция прослеживалась в паровом поле, где преимущество исследуемых вариантов по содержанию P_2O_5 , по сравнению с контролем, составило 11,6-19,4 мг/кг почвы (7,5-12,5 %). Однако, прямая взаимосвязь между плотностью почвы и содержанием подвижных фосфатов на обыкновенных чернозёмах, по нашим данным, существует до определённых пределов. Так на варианте с вспашкой, где наблюдалось самое рыхлое сложение почвы, установлена средняя прямая связь с содержанием фосфатов ($r=0,32$) (табл. 15).

С увеличением плотности сложения почвы в паровом поле взаимосвязь с показателями установлена от слабой прямой (вариант с мелкой отвальной обработкой) до средней обратной (плоскорезная на 20-22 и комбинированная обработка). На варианте с мелкой плоскорезной обработкой возрастание плотности сложения почвы выше оптимальных значений для развития исследуемых культур способствовало существенному снижению содержания фосфатов ($r=-0,58^{**}$).

Две культивации, проведённые под посев кукурузы, нивелировали разницу в содержании фосфатов, между вспахантыми вариантами (1, 5) и обработанными безотвально (3, 4) до 3,7-9,9 мг/кг почвы (2,4-6,4%) и увеличили по сравнению с вариантом, обработанным отвально (2) до 23,3-25,8

мг/кг почвы (14,8-16,7 %). При этом и здесь на варианте с мелкой плоскорезной обработкой выявлена существенная обратная взаимосвязь ($r=-0,42^*$) содержания подвижных фосфатов с плотностью почвы (табл. 16).

Таблица 16

Существенная корреляционная взаимосвязь подвижных макроэлементов в период посева кукурузы в весенний период со средообразующими факторами, плотностью и запасами продуктивной влаги в почве (1976-1998 гг.)

Показатели	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
NO_3					
1. Плотность почвы 0-30 см (весной)	-0,44*	-0,17	-0,21	-0,50*	-0,51*
2. Запасы продуктивной влаги 0-30 см (весной)	-0,23	-0,13	-0,37	-0,58**	-0,26
P_2O_5					
1. Плотность почвы 0-30 см (весной)	0,25	0,09	-0,06	-0,42*	-0,15
K_2O					
1. Плотность почвы 0-30 см (весной)	-0,12	0,58**	0,55**	0,27	0,46*
2. Запасы продуктивной влаги 0-30 см (весной)	0,05	0,48*	0,47*	0,36	0,18
3. Осадки сентябрь-апрель	-0,43*	-0,11	-0,02	-0,1	-0,12

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

В среднем по севообороту наибольшее содержание P_2O_5 установлено на варианте с мелкой отвальной обработкой – 176,1 мг/кг почвы, что на 6,7-10,8 мг/кг (4,0-6,5 %) больше, чем при плоскорезной обработке на различную глубину и на 15,6-20,1 мг/кг (9,7-12,9 %), где применялась вспашка и комбинированная обработка.

При анализе влияния осадков осенне-весеннего периода на содержание подвижных фосфатов существенной взаимосвязи не выявлено. Однако на вариантах с отвальной обработкой максимальное количество P_2O_5 отмечалось в годы с большим количеством осадков во вневегетационный период. С

уменьшением глубины обработки на безотвальных фонах наблюдалась обратная тенденция.

По мнению А.П. Чичкина (2001) на обыкновенном чернозёме обменный калий находится во втором минимуме, после азота, по влиянию на урожайность кукурузы и яровой пшеницы [405].

В наших исследованиях содержание K_2O на всех вариантах опыта было очень высоким и так же, как по содержанию подвижного фосфора, дальнейшее увеличение обменного калия в почве не оказывало существенного влияния на урожайность изучаемых культур.

Минимализация обработки почвы не ухудшала калийный режим почвы, по сравнению с контролем. При этом наибольшие показатели в среднем по севообороту, как и по подвижному фосфору, установлены на варианте с мелкой отвальной обработкой – 225,1 мг/кг, что на 17,5-43,5 мг/кг (8,4-24,0%) больше, чем на других исследуемых вариантах.

Условия увлажнения почвы осадками вневегетационного периода оказывали несущественное влияние на содержание обменного калия, за исключением варианта со вспашкой, где под посевами кукурузы установлена обратная значимая взаимосвязь ($r=-0,43^*$).

Из агрофизических показателей наибольшее влияние на K_2O оказывала плотность почвы. В начале парования значимая на 5% уровне взаимосвязь между этими показателями установлена на вариантах с отвальными обработками почвы. Под посевами кукурузы уплотнение почвы не увеличивало содержания обменного калия только в контрольном варианте (табл. 16).

Таким образом, длительное применение минимальных безотвальных обработок, по сравнению с отвальными, замедляет нитрификационные процессы в почве в ранневесенний период, снижает содержание нитратов в годы с количеством осадков ниже нормы во вневегетационный период. В то же время минимализация обработки почвы способствует улучшению фосфорного и калийного режимов питания.

4.3. Засорённость посевов

Вследствие большой вредоносности борьба с сорняками – одно из наиболее важных условий при оценке тех или иных приёмов, систем обработки почвы и технологий возделывания сельскохозяйственных культур. При этом вопрос о влиянии различных способов и глубины основной обработки на засорённость посевов сельскохозяйственных культур до сих пор остаётся дискуссионным. Многие исследователи, как в стране, так и за рубежом аргументировано доказывают увеличение количества сорняков на посевах культурных растений при замене вспашки минимальными безотвальными обработками [15, 30, 45, 67, 68, 112, 154, 175, 263, 338, 382, 440].

Другие учёные П.П. Колмаков, А.М. Нестеренко (1981), В.Н. Новиков, А.П. Исаев (1996) В.Г. Холмов, В.С. Мокшин (1979), О.И. Подскочая (1994), Д. Чайлдс (1997) отмечают, что минимальные обработки за ротацию севооборота изменяют характер распределения семян сорняков в почве [185, 280, 307, 391, 399]. Вспашка способствует перемешиванию их по всему пахотному слою, безотвальная обработка сосредотачивает семена в поверхностном слое. Это позволяет интенсивнее очищать пахотный слой от семян сорняков путём провокации их на прорастание с последующим уничтожением всходов с помощью механических обработок или гербицидов [75, 137, 163, 343].

Однако, как отвальная, так и безотвальная система обработки, по мнению Г.И. Казакова (1986), В.И. Морозова и др. (1994), И.А. Чуданова, В.П. Васильева (1986), имеют свои недостатки и систематическое их применение оправдано лишь в отдельных регионах. По их мнению, в большинстве зон нашей страны необходимо сочетать вспашку и безотвальную обработку на различную глубину [140, 313, 407].

Исследования последних лет показали, что наилучшие результаты по борьбе с сорняками получены при интегрированной защите растений в севообороте [13, 110, 122, 290].

Наиболее эффективный способ очищения почвы от сорняков является борьба с ними в чистом пару [2, 72, 109, 223, 308, 353, 426].

При минимальных обработках сороочищающая роль паров по данным И.А. Чуданова, В.А. Корчагина, Г.И. Казакова, О.И. Подскочей и других учёных усиливается [145, 192, 408, 413].

Систематическая и правильная обработка чистого пара позволяет избавиться почти от всех видов многолетних сорняков и большинства малолетних, в результате в посевах озимой пшеницы засорённость по разным способам основной обработки почвы (отвальной, безотвальной, комбинированной) изменяется незначительно и не оказывает влияния на урожайность культуры [44, 294, 410].

Учитывая неоднозначность полученных результатов в разных исследованиях, поиск интегрированной системы защиты растений от сорняков является важным элементом при изучении систем основной обработки почвы.

Влияние изучаемых вариантов на засорённость посевов мы определяли перед уборкой урожая количественным и весовым методами.

В среднем за годы исследований общая засорённость посевов озимой пшеницы сорняками, в том числе и многолетними была слабой – 7,3-11,7 шт/м² и 0,6-1,3 шт/м² соответственно и не значительно изменялась в зависимости от изучаемых способов основной обработки почвы (табл. 17).

Основными факторами, по данным корреляционного анализа, влияющими на общую засорённость посевов озимой пшеницы при основной обработке чёрного пара на 20-22 см, стали осадки вневегетационного периода сентября-апреля ($r=-0,51^*$) и относительная влажность воздуха в мае ($r=-0,47^*-0,53^*$) (табл. 18, прил. 6).

Достоверно значимая на 5% уровне обратная взаимосвязь между показателями связана с повышением конкурентной способности культурных растений к сорнякам.

Засорённость посевов сорняками перед уборкой урожая, при разных способах основной обработки почвы, шт/м² (1976-1998 гг.)

Культуры, показатели	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
Озимая пшеница*	<u>7,3*</u> 0,8	<u>8,5</u> 0,6	<u>11,6</u> 0,9	<u>11,1</u> 1,3	<u>11,7</u> 1,1
Просо	<u>20,6*</u> 0,3	<u>23,1</u> 0,4	<u>35,6</u> 0,6	<u>37,4</u> 0,7	<u>23,5</u> 0,4
Ячмень	<u>46,3</u> 1,5	<u>74,8</u> 1,7	<u>74,6</u> 2,0	<u>72,4</u> 3,5	<u>76,9</u> 1,7
Яровая пшеница	<u>42,7</u> 1,6	<u>83,5</u> 1,0	<u>92,9</u> 1,6	<u>112,7</u> 2,7	<u>72,2</u> 2,0
Овёс	<u>28,0</u> 2,1	<u>53,0</u> 1,5	<u>40,2</u> 2,2	<u>53,7</u> 4,2	<u>46,7</u> 3,4
Среднее по севообороту	<u>29,0*</u> 1,3	<u>48,6</u> 1,0	<u>51,0</u> 1,5	<u>57,5</u> 2,5	<u>46,2</u> 1,7

Примечание: * в числителе общая засорённость сорняками; в знаменателе, в т.ч. многолетние сорняки

Существенная прямая взаимосвязь засорённости посевов с температурой воздуха в мае ($r=0,45^*-0,57^{**}$) объясняется наоборот понижением конкурентной способности к сорнякам растений пшеницы.

При мелких плоскорезных обработках, в том числе и в системе комбинированной обработки в севообороте установлена аналогичная с более глубокими обработками почвы существенная обратная взаимосвязь с осадками сентября-апреля ($r=-0,45^*-0,57^{**}$) и прямая с температурой воздуха за май ($r=0,52^*-0,53^*$). На варианте с мелкой отвальной обработкой почвы, основное влияние на засорённость посевов к уборке урожая озимой пшеницы оказывала температура воздуха мая ($r=0,45^*$).

Несмотря на слабую засорённость посевов сорняками, в исследованиях выявлена средняя взаимосвязь данного показателя с урожайностью озимой пшеницы на вариантах с мелкой отвальной и плоскорезными обработками ($r=-0,28-0,32$). На вариантах со вспашкой и отвальной обработкой продуктивность

культуры зависела от количества сорняков к уборке урожая в меньшей степени ($r=-0,20$) (прил. 6).

Таблица 18

Существенная корреляционная взаимосвязь общей количественной засорённости посевов со средообразующими факторами, плотностью почвы и массой сорняков (1976-1998 гг.)

Показатели	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
Озимая пшеница					
1. Осадки (сентябрь-апрель)	-0,51*	-0,37	-0,51*	-0,57**	-0,45*
2. Относительная влажность воздуха (май)	-0,53*	-0,41	-0,47*	-0,33	-0,35
3. Температура воздуха (май)	0,45*	0,45*	0,57**	0,53*	0,52*
4. Масса сорняков	0,68**	0,46*	0,37	0,35	0,46*
Просо					
1. Осадки (июня)	0,41	0,42*	0,49*	0,50*	0,67**
Яровой ячмень					
1. Масса сорняков	0,55**	0,67**	0,46*	0,52*	0,60**
Кукуруза (масса сорняков)					
1. Осадки (июнь)	0,52*	0,46*	0,51*	0,39	0,28
2. Температура (июнь)	-0,57**	-0,40	-0,30	-0,20	-0,04
3. Плотность почвы	0,49*	0,18	0,35	0,23	0,22
Яровая пшеница					
1. Осадки (июль)	0,49*	0,56**	0,63**	0,55**	0,36
2. Относ-ная влажность воздуха (июль)	0,51*	0,44*	0,50*	0,37	0,32
3. Масса сорняков	0,75**	0,74**	0,64**	0,65**	0,69**
Овёс					
1. Осадки (июль)	0,68**	0,40	0,67**	0,66**	0,40
2. Относительная влажность воздуха (июнь)	0,46*	0,56**	0,56**	0,56**	0,47*
3. Относ-ная влажность воздуха (июль)	0,53*	0,27	0,46*	0,38	0,36
4. Масса сорняков	0,72**	0,50*	0,81**	0,78**	0,67**

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

С удалением полей от пара количество сорняков на посевах исследуемых культур возрастало. В третье поле севооборота (просо), в среднем за годы исследований, общая засорённость посевов находилась на среднем уровне. При этом здесь установлена тенденция увеличения засорённости в 2,2 раза, по сравнению с контролем, на вариантах с плоскорезной обработкой в годы с большим количеством осадков за июнь-июль (табл.19).

Таблица 19

Общая засорённость посевов перед уборкой урожая в зависимости от осадков июня и июля, шт/м² (1976-1998 гг.)

Культуры, показатели	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
Озимая пшеница	<u>6,5*</u>	<u>7,5</u>	<u>7,4</u>	<u>8,6</u>	<u>11,2</u>
	8,6	10,4	16,7	14,6	13,2
Просо	<u>17,4</u>	<u>20,6</u>	<u>20,0</u>	<u>23,4</u>	<u>18,1</u>
	23,7	25,7	51,1	52,4	29,0
Ячмень	<u>31,7</u>	<u>47,3</u>	<u>42,2</u>	<u>34,1</u>	<u>33,8</u>
	60,9	102,3	107,0	110,7	119,9
Яровая пшеница	<u>27,5</u>	<u>44,6</u>	<u>54,2</u>	<u>74,5</u>	<u>29,8</u>
	57,9	121,8	130,6	151,0	137,8
Овёс	<u>15,3</u>	<u>19,7</u>	<u>18,1</u>	<u>18,3</u>	<u>13,6</u>
	57,0	86,4	62,3	89,1	79,9
Среднее по севообороту	<u>19,7</u>	<u>27,9</u>	<u>28,4</u>	<u>31,8</u>	<u>21,3</u>
	41,6	69,3	73,5	83,6	76,0

Примечание*: в числителе засорённость в годы с количеством осадков за июнь, июль меньше нормы; в знаменателе ... больше нормы

Существенная прямая взаимосвязь осадков июня с засорённостью выявлена на вариантах с минимализацией обработки почвы ($r=0,42^*-0,67^{**}$). В годы с количеством осадков ниже нормы в летний период, количество сорняков практически не изменялось в зависимости от изучаемых способов основной обработки почвы

По данным многих исследователей вредоносность сорняков определяется не только количеством, но и их массой [119, 265, 388].

В наших исследованиях воздушно-сухая масса сорняков на полях севооборота под влиянием способов обработки почвы изменялась

неоднозначно. В посевах проса к уборке урожая преобладали малолетние злаковые сорняки, которые были слабо развиты, в результате чего их биомасса на вариантах опыта изменялась в меньшей степени, чем количество сорняков.

На ячмене (четвёртое поле севооборота), главным образом за счёт второй волны сорняков, в годы с большим количеством осадков за июнь-июль к концу вегетации выявлена сильная засорённость посевов сорняками. В среднем за годы исследований, количество сорняков по лемешному лущению и плоскорезным обработкам было в 1,6-1,7 раза выше, чем в контроле. Однако, как и на посевах проса, на ячмене воздушно-сухая масса сорняков в зависимости от способов обработки почвы изменялась в меньшей степени, чем количественная засорённость (табл. 20).

Таблица 20

Воздушно-сухая масса сорняков перед уборкой урожая при разных способах основной обработки почвы, г/м² (1976-1998 гг.)

Культуры, показатели	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
Озимая пшеница*	5,4	6,1	6,8	10,7	7,1
Просо	27,5	33,4	36,4	39,0	26,6
Ячмень	21,3	25,1	27,7	29,6	19,7
Кукуруза	54,2	67,7	58,9	69,1	47,1
Яровая пшеница	16,9	32,7	29,2	34,7	24,9
Овёс	10,0	17,3	12,5	20,3	12,1
Среднее по севообороту	22,6	30,4	28,6	33,9	22,9

Примечание: * средние результаты за 1976-1998 гг.; остальные культуры средние результаты за 1976-1997 гг.

В исследованиях, при применении интегрированной защите растений, не выявлено существенной взаимосвязи засорённости посевов ячменя с абиотическими факторами. Сильная количественная засорённость посевов сорняками в конце вегетации, не оказывала существенного влияния на урожайность культуры ($r=-0,00-0,22$).

На кукурузе (пятое поле изучаемого севооборота) к уборке урожая учитывалась только воздушно-сухая масса сорняков. При фоновой защите посевов гербицидами от двудольных сорняков, наибольшая засорённость установлена на вариантах с лемешным лушением и плоскорезной обработкой на 10-12 см ($67,7-69,1 \text{ г/м}^2$). Однако этот показатель в наших опытах не оказывал влияния на урожайность зелёной массы культуры ($r=-0,07-0,08$).

Применение глубокой плоскорезной обработки снижало воздушно-сухую массу сорняков на $8,8-10,2 \text{ г/м}^2$ (14,9-17,3 %), при минимальной из исследуемых вариантов взаимосвязи с урожайностью зелёной массы кукурузы ($r=-0,06$).

Наименьшая масса сорняков к уборке урожая установлена на вариантах со вспашкой – $47,1-54,2 \text{ г/м}^2$, что на $13,5-22,0 \text{ г/м}^2$ (24,9-46,7 %) меньше чем при мелких обработках почвы. В годы исследований установлена слабая обратная взаимосвязь этого показателя с урожайностью культуры ($r=-0,09-0,16$).

Отсутствие взаимосвязи воздушно-сухой массы сорняков с урожайностью зелёной массы, связано, как и на посевах яровых зерновых культур с преобладанием к уборке кукурузы однолетних однодольных сорняков, которые в начальные фазы развития культуры были развиты слабо и прямолинейно зависели от осадков июня ($r=0,28-0,52^*$). Кроме того, на контрольном варианте существенное возрастание массы сорняков по данным исследований было обратно взаимосвязано с температурой июня ($r=-0,57^{**}$) и прямо с уплотнением пахотного слоя почвы ($r=0,49^*$).

Значительное влияние на общую засорённость посевов сорняками и их массу к уборке урожая яровой пшеницы оказывали осадки, и относительная влажность воздуха июля. Коэффициент корреляции между этими признаками составил $r=0,36-0,63^{**}$ и $r=0,32-0,51^*$ соответственно. Вторая волна, преимущественно злаковых сорняков, обеспечила в среднем за годы исследований, среднюю степень засорённости посевов яровой пшеницы на варианте со вспашкой и сильную на вариантах с постоянными плоскорезными обработками почвы на раную глубину и отвальной обработкой, в 1,7-2,6 раза

выше, чем на контроле. Однако, взошедшие, в период налива зерна, сорняки не оказали существенного влияния на урожайность культуры на данных вариантах ($r=-0,15-0,21$). На вариантах с отвальной и комбинированной обработкой взаимосвязь с признаками практически отсутствовала ($r=-0,01-0,08$).

В заключительном поле севооборота (овёс) засорённость посевов сорняками, по сравнению с посевами яровой пшеницы, вследствие большей конкурентной способности культуры с сорняками снижалась в 1,5-2,3 раза. При этом благоприятные условия для прорастания сорняков (при слабой степени засорённости) в июле месяце способствовали и хорошему наливу зерна овса. В результате между общей засорённостью посевов и урожайностью культуры установлена средняя прямая взаимосвязь ($r=0,27-0,42^*$).

В среднем за годы исследований, наилучшее сороочищающее действие посевов в зернопаропропашном севообороте, на фоне с обработками послеуборочными гербицидами группы 2,4, оказывала вспашка. Здесь независимо от интенсивности осадков после обработки гербицидами засорённость культур находилась на среднем уровне. При постоянных минимальных и комбинированной обработке почвы средняя степень засорённости посевов установлена только в годы с количеством осадков за июнь-июль меньше нормы. В годы с большим количеством осадков за летний период вегетации на вариантах 2-5 выявлена сильная засорённость посевов сорняками – 69,3-83,6 шт/м², что в 1,7-2,0 раза превышало показатели контрольного варианта.

4.4. Урожайность и энергетическая эффективность

Обобщающим показателем влияния способов основной обработки почвы на условия роста и развития растений является урожайность культур севооборота.

В различных районах России и в странах ближнего зарубежья за последние 50 лет проведено большое количество исследований по изучению

эффективности способов и глубины основной обработки почвы. При этом было установлено, что данные приёмы должны быть адаптированы к местным почвенно-климатическим условиям, возделываемым культурам и наиболее оптимальным севооборотам для данной зоны.

Так в степных районах Сибири и Казахстана наиболее эффективна разноглубинная плоскорезная обработка с сохранением стерни на поверхности почвы, которая в данных условиях не только защищает почву от ветровой эрозии, но и обеспечивает лучшее накопление, сбережение влаги и сохранение почвенного плодородия, способствуя этим повышению продуктивности сельскохозяйственных культур [20, 21, 266].

Положительное влияние плоскорезных, минимальных и безотвальных обработок при учёте почвенных условий, фитосанитарного состояния посевов и других факторов на условия роста и развития растений, при сокращении энергозатрат выявлено во многих научных учреждениях Поволжья и России [19, 56, 136, 178, 287, 347, 367, 394, 428, 436].

Однако в современных условиях в большинстве зон, по мнению многих учёных наиболее рационально применение дифференцированных и комбинированных обработок почвы в севооборотах (сочетание минимальных мелких и глубоких безотвальных и отвальных обработок) с учётом почвенно-климатических условий и реакции на них возделываемых культур [225, 277, 408, 413].

При этом негативные результаты при минимализации основной обработки почвы можно связать с отсутствием системного подхода по данному вопросу.

В наших исследованиях в посевах озимой пшеницы при плоскорезной обработке на 20-22 см в большинстве исследуемых лет, по сравнению с вариантом, где применялась ежегодная вспашка, складывались более благоприятные условия для роста и развития этой культуры (максимальные запасы продуктивной влаги, оптимальный питательный режим почвы). В

результате, в среднем за годы исследований урожайность зерна здесь возрастала, по сравнению с контролем, на 0,18 т/га (6,3 %) (табл. 21).

Таблица 21

Урожайность полевых культур в зернопаропропашном севообороте при разных способах основной обработки почвы, т/га

Культуры, показатели	Способы основной обработки почвы					НСР ₀₅ среднее
	1	2	3	4	5	
Озимая пшеница*	2,85	2,96	3,03	2,93	2,82	0,212
Просо	1,95	2,00	1,96	1,92	1,87	0,190
Ячмень	2,20	2,17	2,21	2,10	2,12	0,178
Кукуруза з/м	30,28	28,96	28,58	26,44	30,25	2,711
Яровая пшеница	1,80	1,66	1,75	1,69	1,69	0,173
Овёс	2,50	2,44	2,46	2,37	2,34	0,198
Среднее по зерновым	2,26	2,25	2,28	2,20	2,17	0,190
Продуктивность севооборота, т к.ед/га	2,52	2,48	2,50	2,38	2,45	0,216

Примечание: * средние результаты за 1976-1998 гг.; остальные культуры - средние результаты за 1976-1997 гг.

На остальных вариантах опыта урожайность озимой пшеницы, по сравнению с контролем изменялась несущественно.

В результате проведённых исследований установлена средняя прямая взаимосвязь ($r=0,30-0,38$) урожайности зерна озимой пшеницы с запасами продуктивной влаги в метровом слое почвы в начале вегетации весной на вариантах с обработками почвы на 20-22 см, которые существенно зависели от осадков сентября-марта ($r=0,48^*-0,58^{**}$). Данные сопряжённости доказывают целесообразность в аридных условиях степного Заволжья применения под чёрный чистый пар глубокого рыхления (прил. 6).

Средняя обратная взаимосвязь урожайности зерна озимой пшеницы с общей засорённостью посевов сорняками ($r=-0,28-0,32$) перед уборкой при

плоскорезных обработках на разную глубину свидетельствует о необходимости при превышении ЭПВ применения гербицидов пролонгированного действия на этих вариантах.

Из агрохимических показателей на урожайность зерна озимой пшеницы в наших исследованиях существенное влияние оказывало содержание в пахотном слое почвы NO_3 ($r=0,41-0,59^{**}$) в начале парования.

Все исследуемые способы основной обработки почвы несущественно изменяли урожайность проса, по сравнению с контролем. Выявленная на всех вариантах опыта средняя прямая взаимосвязь ($r=0,22-0,32$) урожайности проса с запасами продуктивной влаги в пахотном слое почвы в период посева культуры доказывает необходимость рационального применения предпосевных культиваций (прил. 7).

На посевах ярового ячменя (четвёртое поле севооборота) в среднем за годы исследований урожайность зерна в зависимости от способов основной обработки почвы изменялась незначительно и составила – 2,10-2,21 т/га. Минимальная урожайность на варианте с мелкой плоскорезной обработкой связана с более высокой плотностью почвы и засорённостью посевов многолетними сорняками.

При возделывании кукурузы наиболее благоприятные условия для роста и развития культуры, особенно в годы с большим количеством осадков в период вегетации складывались на вариантах со вспашкой (1, 5). В среднем за годы исследования на этих вариантах было собрано – 30,25-30,28 т/га зелёной массы, что на 1,29-1,70 т/га (4,5-5,9 %) больше, чем на вариантах с мелкой отвальной и глубокой плоскорезной обработками. Уплотнение, ухудшение водного режима почвы и увеличение засорённости посевов на варианте с мелкой плоскорезной обработкой способствовало получению минимальной в опыте урожайности – 26,44 т/га зелёной массы кукурузы, что математически доказуемо на 3,81-3,84 т/га (14,4-14,5 %) меньше значений, полученных на лучших вариантах.

Вспашка и плоскорезная обработка почвы на 20-22 см, благодаря лучшей разделке послеуборочных остатков кукурузы и выровненному посеву, создавали более благоприятные условия для роста яровой пшеницы в начальные фазы развития, по сравнению с другими исследуемыми вариантами. В результате, в среднем за годы исследований, здесь получена максимальная урожайность зерна – 1,75-1,80 т/га, что на 0,06-0,14 т/га (3,0-8,4 %) больше, чем на вариантах с мелкими обработками (табл. 21).

В заключительном поле севооборота наиболее благоприятные условия для роста и развития овса (оптимальная плотность, лучший водный режим, меньшая засорённость многолетними сорняками) складывались на вариантах с отвальными и плоскорезной обработками на 20-22 см. В результате, в среднем за годы исследований, здесь получена наибольшая урожайность 2,44-2,50 т/га, что на 0,07-0,16 т/га (3,0-6,8 %) превысило продуктивность культур на вариантах с мелкой и комбинированной обработками почвы (табл. 21). Аналогичная тенденция отмечалась практически во все годы исследований независимо от количества осадков за вегетационный период.

В результате проведённых исследований установлена (от средней до существенной) прямая взаимосвязь ($r=0,36-0,44^*$) урожайности овса на вариантах с вспашкой, мелкой и комбинированной обработками с запасами продуктивной влаги в пахотном слое почвы (весной) (прил. 11). Полученные результаты исследований подтверждают ранее выявленную необходимость посева культуры в самые ранние сроки.

В среднем по севообороту не установлено снижения урожайности зерновых на исследуемых вариантах, по сравнению с контролем. Наибольшие показатели выявлены на варианте с плоскорезной обработкой на 20-22 см – 2,28 т/га (табл. 21). Применение комбинированной обработки на 0,11 т/га (5,1 %) снижало урожайность, по сравнению с лучшим вариантом. Однако недобор урожая зерновых на на этом варианте происходил, главным образом, в первой ротации севооборота в годы с недостаточным увлажнением в период весенне-

летней вегетации, когда здесь применялся вариант без осенней обработки почвы.

При анализе продуктивности севооборота недобор продукции – 0,14 т/га (5,1 %) с 1 га севооборотной площади, по сравнению с контролем, установлен при мелкой плоскорезной обработке. Снижение продуктивности севооборота на этом варианте происходило главным образом за счёт недобора урожая зелёной массы кукурузы.

В условиях рыночной экономики основным показателем производственной деятельности является экономическая эффективность. Однако в связи с гиперинфляцией и систематическим изменением цен на материалы и услуги в годы, когда проводились 23-летние исследования, особенно в 90-х годах, более объективной оценкой способов основной обработки почвы стало определение энергетической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур.

При возделывании зерновых культур было установлено, что все исследуемые варианты обработки почвы, по сравнению с контролем способствовали повышению энергетической эффективности (табл. 22).

Таблица 22

Энергетическая эффективность разных способов основной обработки почвы при возделывании зерновых культур на 1га севооборотной площади

Показатели	Единица измерения	Технологии				
		1	2	3	4	5
Энергия, накопленная урожаем	ГДж	24,45	24,30	24,70	23,94	23,57
Затраты совокупной энергии	ГДж	7,03	6,71	6,87	6,58	6,74
Коэффициент энергетической эффективности		3,48	3,62	3,58	3,64	3,50

Сокращение затрат совокупной энергии на вариантах с применением мелких обработок почвы на 4,8-6,8 %, по сравнению с контролем, способствовало получению наибольшего коэффициента энергетической эффективности – 3,62-3,64, что на 0,14-0,16 ед. больше, чем на контроле.

Более высокие затраты совокупной энергии на варианте с плоскорезной обработкой на 20-22 см, по сравнению с вариантами, где применялась мелкая обработка почвы, не окупились прибавкой урожая и незначительно снизили, по сравнению с лучшими вариантами, коэффициент энергетической эффективности. Минимальная энергия, накопленная урожаем на варианте с комбинированной обработкой, связанная с недобором урожая в первой ротации севооборота, когда здесь отсутствовала основная обработка почвы, не позволила повысить эффективность производства, по сравнению с контролем.

В целом по зернопаропропашному севообороту, наибольшая продуктивность на контрольном варианте, способствовала выравниванию энергетической эффективности с другими изучаемыми вариантами (табл. 23).

Таблица 23

Энергетическая эффективность разных способов основной обработки почвы по зернопаропропашному севообороту

Показатели	Единица измерения	Технологии				
		1	2	3	4	5
Энергия, накопленная урожаем	ГДж	30,90	30,33	30,55	29,19	30,12
Затраты совокупной энергии	ГДж	7,67	7,33	7,47	7,19	7,42
Коэффициент энергетической эффективности		4,03	4,14	4,09	4,06	4,06

Однако и здесь применение ежегодной вспашки, по сравнению с изучаемыми вариантами снижало коэффициент энергетической эффективности на 0,03-0,11.

Таким образом, проведёнными исследованиями установлено, что основным фактором, влияющим на урожайность зерновых культур, является температура воздуха. Поэтому в условиях Среднего Заволжья необходим подбор засухоустойчивых, жаростойких скороспелых сортов, кроме того, важно оптимизировать сроки посева. Минимализация обработки почвы, сокращая затраты не снижает урожайность зерновых культур. Однако существенное снижение выхода продукции при возделывании кукурузы на варианте с мелкой плоскорезной обработкой доказывает перспективность применения в зернопаропропашном севообороте комбинированной обработки почвы.

ГЛАВА 5. ВЫЯВЛЕНИЕ СОРТОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НАИБОЛЕЕ АДАПТИВНЫХ К ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ СРЕДНЕГО ЗАВОЛЖЬЯ И СОВРЕМЕННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Сорт является одним из важных элементов технологий возделывания сельскохозяйственных культур. На его долю приходится от 15 до 35% прироста урожая [181, 290, 339].

Селекционеры Самарского НИИСХ, на основе перспективных методов селекции и источников отечественного и мирового генофонда в последние годы создали новые сорта зерновых культур, которые значительно повысили уровень потенциальной продуктивности основных культур, возделываемых в регионе [164].

Современные сорта, по сравнению с ранее районированными, способны полнее использовать элементы минерального питания, фотосинтетически активную радиацию солнца (ФАР), влагу и другие факторы жизнедеятельности растений, они более устойчивы ко многим штаммам возбудителей болезней. Создание низкорослых форм высокопродуктивной озимой мягкой пшеницы обеспечило получение урожаев зерна на уровне 8,0-10,0 т/га [344]. Однако большинство сортов интенсивного типа менее устойчивы к стрессовым воздействиям (засухе, недостатку элементов питания и др.), чем районированные ранее сорта.

Кроме того, не существует универсальных сортов одинаково пригодных для всех фонов и условий. Поэтому выявление потенциала продуктивности, норм реакции новых сортов на факторы интенсификации в условиях локального и глобального изменения климата, является важнейшим условием разработки сортовых технологий, совершенствования приемов и способов управления продуктивностью сельскохозяйственных культур [74, 210, 218, 229, 302, 330, 369].

5.1. Озимая пшеница

В исследованиях 2006-2009 годов изучались сорта: Безенчукская 380, Светоч, Малахит, Бирюза, Санта, Самкрас, относящиеся к Волжскому степному экотипу.

Новые исследуемые сорта, за исключением Санты, имеют все признаки интенсивности, обладают высокой потенциальной продуктивностью, что позволяет успешно возделывать их на высоких технологических фонах [164, 365].

Изучались следующие варианты:

1. Естественное плодородие почвы, без удобрений (контроль);
2. Расчётные дозы удобрений, уровень применения минеральных удобрений под урожай – 4,0 т/га;
3. Расчётные дозы удобрений, уровень минерального питания под урожай – 4,5 т/га.

Посев проводился по чёрному чистому пару в 2006 г. – 7 сентября; 2007 г. – 3 сентября, 2008 г. – 3 сентября.

Питательный режим почвы. С целью выявления и реализации адаптивного потенциала новых сортов в наших опытах проведено определение агрохимических свойств почвы и установлены уровни естественного плодородия.

Озимая пшеница требовательна к плодородию почвы, при этом потребление элементов питания культуры зависит от многих причин: содержания элементов в почве в доступных формах, интенсивности развития растений и мощности корневой системы, погодных условий и других факторов [41, 329].

По данным В.Г. Минеева (2004) на 1 т основной продукции озимой пшеницы необходимо 37 кг азота, 13 кг фосфора и 23 кг окиси калия [257].

На продуктивность озимой пшеницы значительное влияние оказывают предшественники и внесение минеральных удобрений [183, 386].

По многолетним данным в Поволжье на чернозёмах и каштановой почве прибавка урожая культуры от внесения азотно-фосфорных удобрений составила 12-23 % [95, 404, 433].

Одним из важных элементов питания культуры является азот. Потребление его растениями озимой пшеницы продолжается практически весь вегетационный период. При этом установлено два периода усиленного потребления азота: в начале роста и во время налива зерна. В первом периоде недостаток азота приводит к снижению урожая, во втором – к ухудшению качества зерна [257].

По данным М.П. Чуб и др. (1989, 2005) на запасы нитратного азота в чернозёмах Поволжья, основное влияние оказывают предшественники, погодные условия и дозы удобрений [55, 406].

В наших исследованиях содержание NO_3 в 0-40 см слое почвы в начальный период развития (всходы - кущение) по экстенсивному фону (без удобрений) в среднем за годы исследований составило – 18,5-25,8 мг/кг почвы, что свидетельствует о высокой обеспеченности почв азотом (табл. 24).

Таблица 24

Содержание нитратов под посевами озимой пшеницы, мг/кг почвы
(2007- 2009гг.)

Сорт	Дозы удобрений*	Сроки наблюдений					
		кущение			после уборки		
		Слои почвы, см					
		0-20	20-40	0-40	0-20	20-40	0-40
Безенчукская 380, st	без удобрений	18,8	32,7	25,8	24,5	15,7	20,1
	расчётные 1	24,8	41,1	33,0	51,8	48,2	50,0
	расчётные 2	44,5	79,2	61,9	66,8	56,1	61,4
Самкрас	без удобрений	13,6	23,4	18,5	31,5	15,1	23,3
	расчётные 1	30,6	48,4	39,5	55,8	37,0	46,4
	расчётные 2	51,6	76,9	64,3	82,9	68,3	75,6

Примечание: * в таблицах 24-30 и приложениях 12-20: расчётные 1 – дозы минеральных удобрений под урожай 4,0 т/га; расчётные 2 – дозы минеральных удобрений под урожай 4,5 т/га

Применение удобрений существенно повышало содержание нитратов в почве. На варианте с внесением расчётных доз удобрений под урожай 4,0 т/га количество NO_3 в слое 0-40 см увеличилось на 7,2-21,0 мг/кг почвы (27,9-113,5%). На варианте с максимальными в нашем опыте дозами преимущество над неудобренным фоном, по содержанию NO_3 составило 36,1-45,8 мг/кг почвы или в 2,7-3,5 раза.

Потребность в фосфоре у озимой пшеницы отмечается от всходов до колошения. Хорошее обеспечение подвижными фосфатами положительно влияет на формирование генеративных органов растения, улучшает озернённость колоса [257].

По данным М.П. Чуб и др. (2014) в годы с достаточным увлажнением почвы озимая пшеница, возделываемая по чистым парам на южных чернозёмах, практически одинаково реагирует на азотные и фосфорные удобрения и данные макроэлементы [291].

В исследованиях А.П. Чичкина (2001) на обыкновенных чернозёмах установлены аналогичные тенденции – содержание подвижных фосфатов в почве находится во втором минимуме из макроэлементов после азота, по влиянию на урожайность озимой пшеницы [405].

В наших исследованиях на естественных по плодородию фонах в слое 0-40 см выявлено высокое содержание подвижных фосфатов - 175-176 мг/кг почвы (табл.25).

Изменения в содержании подвижных фосфатов были менее значительными вследствие меньшего, по сравнению с азотом, потребления растениями, миграции по почвенному профилю. При внесении расчётных доз удобрений под урожай 4,0 т/га количество P_2O_5 , по сравнению с контрольным вариантом (без удобрений), увеличилось на 5-22 мг/кг почвы (2,9-12,5%). На вариантах с расчётными дозами удобрений 2 содержание подвижных фосфатов возросло, по сравнению с естественным по плодородию фоном на 46-54 мг/кг почвы (26,1-30,9%). При этом обеспеченность почв P_2O_5 на варианте с максимальной дозой удобрений была очень высокой.

Содержание подвижных фосфатов под посевами озимой пшеницы, мг/кг почвы
(2007- 2009гг.)

Сорт	Дозы удобрений	Сроки наблюдений					
		кущение			после уборки		
		Слои почвы, см					
		0-20	20-40	0-40	0-20	20-40	0-40
Безенчукская 380, st	без удобрений	201	150	176	201	154	178
	расчётные 1	224	171	198	231	194	213
	расчётные 2	241	203	222	251	203	227
Самкрас	без удобрений	186	164	175	198	160	179
	расчётные 1	196	164	180	205	186	196
	расчётные 2	244	213	229	245	202	224

Калий улучшает процесс фотосинтеза у растений озимой пшеницы, углеводный и белковый обмен. Поступления калия в растения начинается с первых дней роста до цветения, однако большее его потребление наблюдается в фазы выхода озимой пшеницы в трубку и колошения [41, 257].

Содержание обменного калия на испытываемых вариантах изменялось в слое 0-40 см от высокого в контроле и при минимальных расчётных дозах удобрений (144-172 мг/ кг почвы) до очень высокого при максимальных дозах (196-202 мг). При этом независимо от вариантов применения удобрений содержание K_2O в верхнем 0-20 см слое было очень высоким (187-232 мг) (табл. 26).

После уборки озимой пшеницы количество подвижных форм основных элементов питания в пахотном слое почвы, по сравнению с весенними показателями, изменялось незначительно.

За годы исследований были выявлены изменения в послойном распределении нитратов. В весенний период наибольшие запасы продуктивной влаги в слое 20-40 см обеспечили большее содержание азота, по сравнению с верхним слоем почвы. В осенний период отмечена обратная тенденция.

Содержание обменного калия под посевами озимой пшеницы, мг/кг почвы
(2007-2009гг.)

Сорт	Дозы удобрений	Сроки наблюдений					
		кущение			после уборки		
		Слои почвы, см					
		0-20	20-40	0-40	0-20	20-40	0-40
Безенчукская 380, st	без удобрений	178	129	154	178	135	157
	расчётные 1	206	135	171	230	160	195
	расчётные 2	231	161	196	247	181	214
Самкрас	без удобрений	169	119	144	172	119	146
	расчётные 1	187	157	172	215	156	186
	расчётные 2	232	172	202	223	186	205

Максимальное содержание подвижного фосфора и обменного калия во все сроки наблюдений установлено в слое 0-20 см.

Элементы структуры урожая. Для того чтобы ответить на вопрос все ли потенциальные возможности культуры, растения и сорта были использованы при формировании урожая, надо знать их особенности в течение вегетации под влиянием условий среды.

Одним из способов контроля этого процесса являются методы почвенно-растительной диагностики, широко применяемые научными учреждениями. Основа этих методов – структурный анализ урожая зерна [398].

Различные погодные условия в годы исследований оказали решающее влияние на элементы структуры урожая, а через нее и на урожайность зерна озимой пшеницы.

Из элементов структуры урожая наибольшее влияние на продуктивность культуры за годы исследований оказали: количество продуктивных стеблей на 1 м², количество и масса зерна с колоса.

Полнота всходов в зависимости от исследуемых сортов изменялась незначительно и в среднем за 2007-2009 годы составила 69,6-72,0% (348-360 растений на 1м²).

В 2007 году при благоприятных климатических условиях для развития растений озимой пшеницы отмечены высокие показатели элементов структуры урожая за годы исследований. Удобрения, при практически равной высоте растений и продуктивной кустистости на испытываемых вариантах, оказали положительное влияние на длину колоса, количество и массу зёрен в одном колосе (прил. 12).

Среди изучаемых сортов в первый год исследований лучшие показатели элементов структуры урожая имели сорта Бирюза, Санта, Самкрас. Количество зёрен с колоса этих сортов в среднем по вариантам составило – 32,8-34,1 штук (на Безенчукской 380 – 31,2 шт/колос), масса зерна с колоса – 1,04-1,13 г (по сорту-стандарту – 0,94 г).

На естественном по плодородию фоне максимальное количество и масса зерна с колоса выявлены на сортах Бирюза и Самкрас 31,9-32,8 шт/колос и 1,08-1,10 г, что выше контроля соответственно на 11,1-14,3% и 25,6-27,9%. Из испытываемых сортов наиболее отзывчивыми на удобрения оказались сорта Санта и Самкрас. При расчётных дозах удобрений под урожай зерна 4,0 т/га масса зерна с колоса на этих сортах составила 1,09-1,20 г, что выше неудобренных вариантов на 0,11-0,12 г (11,1-11,2%).

Выход зерна из общей биомассы в отчетном году в среднем по вариантам опыта составил 34,7- 49,2%. Отмечена тенденция к снижению этого показателя при внесении удобрений на сортах Бирюза и Самкрас, в связи со значительным накоплением листостебельной массы на удобренных вариантах. На сортах Безенчукская 380, Светоч, Малахит, Санта наибольший выход зерна установлен при минимальных дозах удобрений 35,6-52,0%, что на 0,6-5,4% выше вариантов без удобрений и с расчётными дозами 2.

В 2008 году новые изучаемые сорта озимой пшеницы обеспечили в среднем по дозам удобрений, по сравнению с сортом стандартом Безенчукская 380, увеличение коэффициента общей и продуктивной кустистости на 0,1-0,4 (4,2-16,7 %) и 0,5-0,7 (26,3-36,8 %). Применение удобрений способствовало

увеличению коэффициента продуктивной кустистости, по сравнению с неудобренным фоном на всех сортах на 4,0-10,5% (прил.13).

Среди испытываемых сортов по показателям элементов структуры урожая в текущем году выделились сорта Светоч, Санта, Самкрас. Количество зёрен в колосе, в среднем по вариантам, на этих сортах составило 21,1-21,6 штук (на сорте стандарте 20,6 шт./колос), масса зерна с колоса – 0,70-0,77 г (по сорту Безенчукская 380 – 0,69 г). Наиболее отзывчивыми на удобрения оказались сорта Санта и Малахит. Прибавка массы зерна с одного колоса на этих сортах при применении удобрений составила 0,09-0,12 г (15,0-20,0 %).

Выход зерна из общей биомассы в отчетном году был близок к уровню благоприятного 2007 года и составил 36-40%, при наибольшем Кхоз. на сортах Светоч, Малахит, Бирюза – 40 %. При этом максимальный выход зерна на всех сортах отмечен на варианте без удобрений 37-43%. В связи со значительным накоплением листостебельной массы и засушливыми условиями в период налива зерна на вариантах с внесением удобрений, данный показатель снижался на 1-5%.

В засушливых условиях 2009 года наибольший коэффициент общей и продуктивной кустистости, главным образом за счёт увеличения данного показателя на вариантах с применением удобрений, отмечен на сорте Безенчукская 380. В среднем по вариантам он составила на сорте стандарте 2,6 и 2,5, что на 0,1-0,6 (4,0-31,6%), выше других изучаемых сортов. Однако большая масса растений на сорте Безенчукская 380 не смогла в аномальных условиях сформировать полноценное зерно. В результате на этом сорте отмечены, в среднем по вариантам, самые низкие показатели количества и массы зёрна с колоса 19,2 шт. и 0,56 г., что ниже, чем на новых исследуемых сортах, соответственно на 1,7-4,4 шт. (8,9-22,9 %) и на 0,06-0,18 г. (10,7-32,1%) (прил. 14).

В аномальных погодных условиях текущего года наиболее высокие значения элементов структуры колоса на естественном по плодородию фоне получены на сорте Малахит. За счёт максимальной массы 1000 зёрен, здесь

получена наибольшая масса зерна с одного колоса – 0,74 г, что превышает этот показатель других новых сортов на 0,06-0,12 г (8,8-19,4 %). Максимальный прирост массы зерна с колоса от удобрений, установлен на сортах Светоч, Малахит и Бирюза (0,06-0,11 г или 8,6-18,0 %).

Выход зерна из общей биомассы в отчетном году, по сравнению с более благоприятными годами по увлажнению, изменялся незначительно и составил 35-40%. Отмечена тенденция к снижению этого показателя при внесении удобрений на сортах Безенчукская 380, Светоч, в связи со значительным накоплением листостебельной массы на удобренных вариантах. На сортах Малахит, Бирюза, Санта, Самкрас наибольший выход зерна установлен при дозах удобрений под урожай зерна 4,0 т/га – 39-42%, что на 1-7% выше варианта без удобрений и с расчётными дозами 2.

В среднем за годы исследований (2007-2009гг.) наибольший коэффициент общей кустистости выявлен на сортах Бирюза и Санта – 2,1. На сорте Малахит, по сравнению с лучшими по этому показателю, коэффициент общей кустистости на естественном по плодородию фоне снижался на 0,1 (5,0%). На остальных испытываемых сортах показатель составил – 1,8-1,9, что на 0,2-0,3 (10,5-16,7%) меньше сортов Бирюза и Санта (табл. 27).

Применение удобрений увеличивало коэффициент общей кустистости на 0,1-0,5 (4,8-27,8%), при наибольшей прибавке на сорте Самкрас – 0,3-0,5 (16,7-27,8%). Минимальное влияние удобрений на коэффициент общей кустистости отмечено на сорте Санта – 0,1- 0,2 (4,8-9,5 %).

Наибольшая масса зерна с одного колоса – 0,83-0,84 г (среднее по дозам удобрений) выявлена на сортах Бирюза и Самкрас, что превышает этот показатель других новых сортов на 0,02-0,06 г (2,5-7,7 %). Сорт стандарт обеспечил наименьшую массу зерна с одного колоса – 0,73г.

Выход зерна из общей биомассы в среднем по вариантам составил 35,1-42,1%, при максимальных показателях на сортах Бирюза и Санта 41,5-42,1%, что выше значений на новых сортах на 1,2-2,5% и контроле на 6,4-7,0 %. В среднем за годы исследований применении расчётных доз удобрений 1

Элементы структуры урожая перспективных сортов озимой мягкой пшеницы (2007-2009 гг.)

Дозы удобрений	Высота, см	Коэффициент кустистости		Длина колоса, см	Кол-во зёрен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г	Выход зерна, Кхоз.
		общей	продуктивной				
Безенчукская 380							
Без удобрений	89,4	1,9	1,6	6,5	22,3	0,70	36,9
Расчётные1	99,3	2,2	2,0	6,7	23,9	0,76	35,2
Расчётные2	103,9	2,3	2,0	7,4	24,8	0,73	33,3
Среднее	97,5	2,1	1,9	6,9	23,7	0,73	35,1
Светоч							
Без удобрений	84,6	1,9	1,9	6,7	23,6	0,77	40,7
Расчётные1	90,9	2,2	1,9	7,0	25,0	0,83	40,4
Расчётные2	94,1	2,2	2,0	7,2	25,1	0,82	39,0
Среднее	89,9	2,1	1,9	7,0	24,6	0,81	40,0
Малахит							
Без удобрений	82,1	2,0	1,9	6,7	21,8	0,72	40,4
Расчётные1	86,1	2,2	2,1	6,9	24,5	0,80	40,7
Расчётные2	95,1	2,2	2,1	7,1	25,9	0,81	37,8
Среднее	87,8	2,1	2,0	6,9	24,1	0,78	39,6
Бирюза							
Без удобрений	70,9	2,1	2,0	6,6	25,2	0,79	41,7
Расчётные1	78,6	2,3	2,2	6,9	26,0	0,85	42,0
Расчётные2	80,8	2,4	2,2	7,4	27,0	0,84	40,7
Среднее	76,8	2,3	2,1	7,0	26,1	0,83	41,5
Санта							
Без удобрений	67,8	2,1	2,0	5,9	23,1	0,74	42,0
Расчётные1	70,1	2,3	2,2	6,2	26,5	0,83	43,3
Расчётные2	76,6	2,2	2,2	6,9	26,3	0,79	40,9
Среднее	71,5	2,2	2,1	6,3	25,3	0,79	42,1
Самкрас							
Без удобрений	62,2	1,8	1,8	6,2	25,1	0,80	41,5
Расчётные1	68,0	2,1	2,0	6,7	26,6	0,86	40,3
Расчётные2	75,4	2,3	2,2	7,2	25,4	0,85	39,1
Среднее	68,5	2,1	2,0	6,7	25,7	0,84	40,3

практически не изменяла данный показатель, по сравнению с естественным плодородием фоном.

На варианте с расчётными дозами удобрений под урожай зерна 4,5 т/га установлена тенденция к снижению выхода зерна, по сравнению с контролем, на 1,0-3,6 % (до 33,3-40,9 %), в связи со значительным накоплением листостебельной массы и недостаточным наливом зерна в засушливые 2008 и 2009 годы на удобренных вариантах.

Урожайность. По данным В.Г. Минеева и др. (1990; 1993) урожайность зерна озимой пшеницы и его качество наряду с почвенно-климатическими условиями определяются уровнем минерального питания, и существенно зависит от обеспеченности азотом [248, 249].

Полученные в исследованиях данные позволили выявить эффективность изучаемых агроприемов и их взаимное действие на продуктивность озимой пшеницы, а также определить количественные зависимости урожая от удобрений и изучаемых сортов.

Влагообеспеченность, плодородие почвы и потенциальные возможности изучаемых сортов позволили в 2007 году сформировать урожайность зерна озимой мягкой пшеницы на неудобренном фоне на уровне 2,55-4,11 т/га (прил.15). Максимальную урожайность обеспечили сорта Бирюза, Самкрас (4,05-4,11 т/га), что значительно выше сорта – стандарта Безенчукская 380 на 1,50-1,56 т/га (58,8-61,2 %).

Внесение удобрений позволило накопить большее количество биомассы, в т. ч. и товарной продукции. Наибольшие прибавки урожаев зерна получены на вариантах с внесением расчётных доз удобрений под урожай зерна 4,0 т/га – 0,30-0,58 т/га (11,8-15,1% к неудобренному варианту), при оплате питательных веществ – 4,7-9,1 кг/кг д. в. Наилучшие показатели отзывчивости на удобрения получены по сортам Светоч, Малахит, Бирюза – 0,46-0,58 т/га (12,8-15,1% к контролю), при оплате 1 кг д.в. питательных веществ – 7,2-9,1 кг зерна.

На варианте с расчётными дозами удобрений 2 по продуктивности выделились сорта – Светоч, Бирюза. Прибавка урожая к неудобренным

вариантам на этих сортах составила – 0,38-0,40 т/га (9,7-11,0%). При этом увеличение доз минеральных удобрений снижало оплату питательных веществ туков до 3,0-3,2 кг/кг д. в.

В среднем по вариантам опыта, в условиях текущего года, наибольшая урожайность получена на сортах Бирюза и Санта – 4,22-4,44 т/га, что выше значений по другим изучаемым новым сортам на 0,38-0,69 т/га (9,9-18,4 %) и сорта стандарта на 1,50-1,72 т/га (55,1-63,2 %).

В 2008 году влагообеспеченность, плодородие почвы и потенциальные возможности сорта позволили сформировать урожайность зерна озимой пшеницы на уровне близком к 2007 году – 2,83-3,65 т/га (прил. 16).

Наибольшую урожайность на естественном по плодородию фоне обеспечили сорта Светоч и Самкрас – 3,60-3,65 т/га, что на 0,77-0,82 т/га (27,2-29,0 %) выше сорта-стандарта Безенчукская 380.

Внесение удобрений позволило накопить большее количество биомассы, в т. ч. и товарной продукции. Максимальная урожайность озимой пшеницы в анализируемом году выявлена на вариантах с расчётными дозами удобрений 2 – 3,51-4,28 т/га. Наилучшие сорта Санта и Малахит обеспечили прибавку, по сравнению с неудобренным сортом Безенчукская 380 на уровне – 1,40-1,45 т/га (49,5-51,2%), при этом прибавка урожая от расчётных доз удобрений 2 на этих сортах составила – 0,77-0,85 т/га (22,3-24,8%), при оплате питательных веществ туков – 5,4-5,9 кг/кг д. в.

При внесении расчётных доз удобрений 1 лучшие показатели выявлены на сортах Светоч и Малахит – 3,86-3,92 т/га, при урожайности на сорте Безенчукская 380 – 3,09 т/га. Наиболее отзывчивым на внесение расчётного удобрения под урожай зерна 4,0 т/га, по сравнению с неудобренным вариантом оказался сорт Малахит – 0,49 т/га (14,3%). На каждый килограмм питательных веществ, данный сорт обеспечил получение 6,8 кг зерна, при показателях на остальных сортах – 1,5-4,3 кг/кг д. в. удобрений.

В среднем по вариантам, в этом году, не отмечено значительных изменений в продуктивности озимой пшеницы по новым сортам (3,68-3,89 т/га). Безенчукская 380 снижала урожайность зерна на 0,54-0,75 т/га (17,2-23,9 %).

Полученные данные в 2009 году позволили выявить эффективность изучаемых агроприемов и их взаимное действие на продуктивность озимой пшеницы при атмосферной засухе, а также определить количественные зависимости урожая от удобрений и испытываемых сортов в данных условиях.

В среднем по вариантам, в текущем году, отмечена самая низкая урожайность за годы исследований по испытываемым новым сортам (2,64-3,15 т/га). По сорту-стандарту Безенчукская 380 урожайность составила 2,40 т/га, что ниже сортов Светоч, Малахит, Бирюза, Санта, Самкрас на 0,24-0,75 т/га (10,0-31,3 %).

Влагообеспеченность, плодородие почвы и потенциальные возможности новых сортов позволили в отчетном году сформировать урожай озимой пшеницы на неудобренном фоне на уровне 2,05-2,66 т/га (прил. 17). Наибольшую урожайность на естественном по плодородию фоне обеспечили сорта Бирюза и Малахит – 2,53-2,66 т/га, которые превосходили сорт-стандарт Безенчукская 380 на 0,48-0,61 т/га (23,4-29,8%).

В аномальных условиях 2009 года выявлена максимальная отзывчивость изучаемых сортов на удобрения. Самые высокие прибавки урожаев сортов Безенчукская 380, Светоч, Малахит, Бирюза от удобрений обеспечили расчётные дозы удобрений 2 – 0,58-0,90 т/га. Оплата питательных веществ при этом составила – 4,7-7,2 кг/кг д. в. Среди изучаемых сортов по этому фону на 1 кг питательных веществ Малахит обеспечил получение 6,4 кг зерна, сорт Бирюза – 7,2 кг.

На варианте с расчётными дозами удобрений 1 на лучших по продуктивности сортах (Бирюза, Малахит и Санта) прибавки урожая озимой пшеницы составили – 0,57-0,66 т/га, при этом уменьшение доз минеральных удобрений повышало оплату питательных веществ туков до 10,0-11,6 кг/кг д. в.

Средние данные за 2007-2009 годы показали, что наиболее пластичными сортами, хорошо использующими как естественное плодородие почв, так и улучшение условий минерального питания за счет удобрений, оказались сорта Малахит, Бирюза. Они обеспечивали, по сравнению с сортом-стандартом, прибавку урожая зерна без удобрений на уровне – 0,74-0,85 т/га (29,8-34,3 %), при внесении удобрений – 0,89-1,02 т/га (30,0-34,3 %). Применение удобрений на сортах Малахит и Бирюза обеспечило получение дополнительного количества зерна – 0,49-0,66 т/га (14,8-19,8 %) (табл.28).

Эффективность минеральных удобрений в среднем по всем сортам была максимальной при внесении расчётных доз удобрений 1, что согласуется с данными многих учёных РФ [274, 370].

При прибавке урожая озимой пшеницы, по сравнению с контролем – 0,30-0,54 т/га, и оплате питательных веществ туков – 4,7-8,4 кг/ кг д. в., наилучшие показатели выявлены на сортах Бирюза и Малахит 7,6-8,4 кг/кг д.в.

При расчётных дозах удобрений 2 прибавки урожая зерна на лучших по продуктивности сортах Бирюза и Малахит, по сравнению с неудобренным вариантом, составила 0,64-0,66 т/га (19,8-19,9 %). Однако оплата удобрений урожаем в данном случае снижалась до 4,9-5,0 кг/кг д.в.

Экономическая и энергетическая эффективность сортов озимой пшеницы. Основным показателем, определяющим экономическую эффективность сельскохозяйственного производства, служит объём получаемой продукции на единицу земельной площади, однако для получения прироста продукции с единицы земельной площади, как правило, требуются дополнительные затраты труда и средств, которые не всегда окупаются полученной продукцией. Поэтому в рыночных условиях более важны не продуктивные, а экономические составляющие.

В 2007 г. наибольшая стоимость продукции, в среднем по дозам удобрений, получена при возделывании сорта Бирюза 17747 руб/га, что выше на 880-2747 руб/га (5,2-18,3 %) других изучаемых новых сортов и на 6867 руб/га (63,1 %) сорта-стандарта.

Влияние удобрений на урожайность сортов озимой мягкой пшеницы
(2007-2009 гг.)

Сорт	Дозы удобрений	Урожайность, т/га	Прибавки урожая			
			от удобрений		от сорта	
			т/га	%	т/га	%
Безенчукская 380	без удобрений	2,48	-	-	-	-
	расчётные1	2,82	0,34	13,7	-	-
	расчётные2	2,97	0,49	19,8	-	-
	среднее	2,76	0,42	16,9	-	-
Светоч	без удобрений	3,16	-	-	0,68	27,4
	расчётные1	3,56	0,40	12,7	0,74	26,2
	расчётные2	3,66	0,50	15,8	0,69	23,2
	среднее	3,46	0,45	14,2	0,70	25,4
Малахит	без удобрений	3,22	-	-	0,74	29,8
	расчётные1	3,76	0,54	16,8	0,94	33,3
	расчётные2	3,86	0,64	19,9	0,89	30,0
	среднее	3,61	0,59	18,3	0,85	30,8
Бирюза	без удобрений	3,33	-	-	0,85	34,3
	расчётные1	3,82	0,49	14,7	1,00	35,5
	расчётные2	3,99	0,66	19,8	1,02	34,3
	среднее	3,71	0,58	17,4	0,95	34,4
Санта	без удобрений	3,20	-	-	0,72	29,0
	расчётные1	3,60	0,40	12,5	0,78	27,7
	расчётные2	3,69	0,49	15,3	0,72	24,2
	среднее	3,50	0,45	14,1	0,74	26,8
Самкрас	без удобрений	3,33	-	-	0,85	34,3
	расчётные1	3,63	0,30	9,0	0,81	28,7
	расчётные2	3,76	0,43	12,9	0,79	26,6
	среднее	3,57	0,37	11,1	0,81	29,3
НСР ₀₅		0,45	0,17	-	0,24	-

Из исследуемых вариантов наиболее эффективным оказалось применение расчётных доз удобрений под урожай зерна 4,0 т/га при возделывании новых вновь созданных сортов Бирюза, Светоч, Малахит, Санта, Самкрас.

Дополнительные затраты на данный агроприём – 1350 руб/га (21,2% от производственных затрат) способствовали увеличению условного чистого дохода, по сравнению с вариантами без применения удобрений, на 170-970 руб/га (1,8-8,5 %), при этом наибольший условный чистый доход получен по сорту Бирюза – 12396,0 руб/га.

Значительные дополнительные затраты – 2700 руб/га (35,0%) на применение расчётных доз удобрений под урожай зерна 4,5 т/га в 2007 году не окупались прибавкой урожая. Минимальный условный чистый доход получен на сорте стандарте – 3326 руб/га. На новых сортах показатель возрастал в 2,3-3,1 раза и колебался от 7606,0 до 10326,0 руб/га, при наибольших значениях на сортах Бирюза и Самкрас (прил. 18).

В условиях 2008 года стоимость продукции на единицу площади при возделывании новых сортов, в среднем по вариантам с удобрениями, изменялась незначительно 14720-15547 руб/га, при лучших показателях по вариантам с возделыванием сортов Светоч, Самкрас.

Применение удобрений, несмотря на значительные дополнительные затраты 1481-3104,0 руб/га (17,9-31,4 % от производственных затрат) на сорте Малахит полностью окупилось прибавкой урожая и обеспечило увеличение условного чистого дохода на 4,3-6,9 % (прил.19).

При возделывании других изучаемых сортов наибольший условный чистый доход выявлен на варианте без удобрений, при наилучших показателях на сортах Светоч и Самкрас – 7612,0-7812,0 руб/га. Уровень рентабельности производства зерна пшеницы по этим сортам на естественном плодородию фоне составил – 112,1-115,1%, что на 8,2-17,7% выше, чем при возделывании Малахита, Бирюзы и Санты и на 45,3-48,3% сорта - стандарта.

В условиях атмосферной засухи 2009 года наибольшие значения экономической эффективности получены при возделывании Бирюзы и Малахита. Максимальный условный чистый доход выявлен на варианте с применением расчётных доз удобрений под урожай зерна 4,0 т/га – 3172,0-3977,0 руб/га (Малахит, Бирюза, Санта), что выше сортов Светоч и Самкрас на

805-1610 руб/га и сорта стандарта в 2,6-3,3 раза (прил. 20). При возделывании сортов, на естественном по плодородию фоне, условный чистый доход, по сравнению с расчётными дозами удобрений 1, снижался от 2,4-5,9% (Безенчукская 380, Светоч, Самкрас) до 13,1-22,4% (Малахит, Бирюза, Санта).

При применении расчётных доз удобрений 2 получена наименьшая эффективность. Увеличение доз удобрений на сортах Безенчукская 380 и Самкрас в засушливом 2009 году привело к убыточному производству (уровень рентабельности – 0,7 %). При возделывании сортов Светоч, Бирюза, Малахит и Санта уровень рентабельности снижался до 9,5-26,2 %.

В среднем за годы исследований при возделывании всех сортов озимой мягкой пшеницы получены высокие показатели экономической эффективности.

Возрастание стоимости продукции на единицу площади, при возделывании сортов Бирюза, Малахит и Самкрас на 339,5-957,2 руб/га (2,5-7,2 %) в среднем по дозам удобрений, по сравнению с другими изучаемыми новыми сортами, обеспечило при одинаковых затратах наибольший условный чистый доход – 6371,6-6866,6 руб/га и уровень рентабельности – 85,2-91,8 %, что на 4,5-12,8% выше других изучаемых новых сортов (табл. 29).

На сорте стандарте при наименьшей урожайности, среди испытываемых сортов, уровень рентабельности снижался до 41,9 %.

Улучшение минерального питания растений способствовало большему выходу продукции в стоимостном выражении на 3,8-19,5%. Однако дополнительные затраты на применении расчётных доз удобрений под урожай зерна 4,0 т/га окупились прибавкой урожая только на сортах Бирюза, Малахит. Здесь установлены максимальный условный чистый доход 7061,4-7324,7 руб/га и уровень рентабельности производства зерна – 95,1-98,6%, что на 5,8-13,1% больше, чем по сортам Светоч, Санта, Самкрас. При возделывании Безенчукской 380 отмечен минимальный уровень рентабельности 46,4%.

Применение расчётных доз удобрений под урожай зерна 4,5 т/га способствовало получению в опытах максимального урожая, но значительно снижало, за счёт больших дополнительных затрат, экономическую

Экономическая эффективность сортов озимой мягкой пшеницы на 1 га
(2007-2009гг.)

Сорта	Дозы удобрений	Стоимость продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Условный чистый доход, руб.	Уровень рентабельности, %
Безенчукская 380 (st)	без удобрений	9565,0	5940,2	3624,8	61,0
	расчётные1	10871,7	7425,3	3446,4	46,4
	расчётные2	11428,3	9066,3	2362,0	26,1
	среднее	10611,7	7477,3	3134,4	41,9
Светоч	без удобрений	12243,3	5940,2	6303,1	106,1
	расчётные1	13776,7	7425,3	6351,4	85,5
	расчётные2	14140,0	9066,3	5073,7	56,0
	среднее	13386,7	7477,3	5909,4	79,0
Малахит	без удобрений	12450,0	5940,2	6509,8	109,6
	расчётные1	14486,7	7425,3	7061,4	95,1
	расчётные2	14876,7	9066,3	5810,4	64,1
	среднее	13937,8	7477,3	6460,5	86,4
Бирюза	без удобрений	12898,3	5940,2	6958,1	117,1
	расчётные1	14750,0	7425,3	7324,7	98,6
	расчётные2	15383,3	9066,3	6317,0	69,7
	среднее	14343,9	7477,3	6866,6	91,8
Санта	без удобрений	13376,7	5940,2	7436,2	125,2
	расчётные1	13898,3	7425,3	6473,0	87,2
	расчётные2	14253,3	9066,3	5187,0	57,2
	среднее	13509,4	7477,3	6032,1	80,7
Самкрас	без удобрений	12918,3	5940,2	6978,1	117,5
	расчётные1	14061,7	7425,3	6636,4	89,4
	расчётные2	14566,7	9066,3	5500,4	60,7
	среднее	13848,9	7477,3	6371,6	85,2

эффективность, в сравнении с неудобренным фоном. При возделывании новых сортов условный чистый доход колебался от 5073,7 до 6317,0 руб/га (на сорте

стандарте – 2362,0 руб/га), уровень рентабельности от 56,0 до 69,7%, что выше сорта Безенчукская 380 на 29,9-43,6 %. Максимальные показатели эффективности при повышенных дозах удобрений отмечены на сорте Бирюза.

Дополнительным показателем эффективности сортов и приемов интенсификации производства в условиях финансовой нестабильности является оценка энергетической эффективности.

При расчетах энергетической эффективности изучаемых сортов учитывали дополнительные энергетические затраты на производство удобрений, трудовые и материальные ресурсы, связанные с внесением удобрений и уборкой дополнительного урожая.

В среднем за годы исследований наибольшее влияние на аккумуляцию солнечной энергии оказали сорта Малахит, Бирюза, Самкрас. В среднем по трём вариантам минерального питания, данные сорта накопили в урожае 47,52-49,38 ГДж энергии, что на 0,93-3,33 ГДж (2,0-7,2%) больше показателей, полученных при возделывании Санты и Светоча. Наименьшее количество энергии, накопленной урожаем, выявлено на сорте-стандарте – 36,74 ГДж (табл. 30).

На естественном по плодородию фоне лучшими по урожайности зерна сортами было аккумуляровано 42,86-44,32 ГДж/га энергии. Применение удобрений значительно увеличивало энергию, накопленную в урожае.

При внесении расчётны доз удобрений под урожай зерна 4,0 т/га на лучших сортах Малахит и Бирюза было аккумуляровано 50,05-50,84 ГДж/га энергии, при максимальных в опытах дозах – 51,38-53,11 ГДж/га.

При наименьших затратах совокупной энергии, израсходованной на возделывание озимой пшеницы, максимальный коэффициент энергетической эффективности, при возделывании новых сортов, выявлен на варианте без внесения удобрений 4,25-4,48, при наибольших значениях на сортах Бирюза и Самкрас (4,48).

Наиболее отзывчивыми на умеренные дозы удобрений оказались сорта Малахит и Бирюза 3,93-3,98. Максимальные затраты совокупной энергии (при

расчётных дозах удобрений 2) способствовали получению минимального коэффициента энергетической эффективности 3,15-3,44, при лучших показателях на сортах Малахит и Бирюза – 3,33-3,44.

Таблица 30

Энергетическая эффективность новых перспективных сортов озимой мягкой пшеницы на 1га (2007-2009гг.)

Сорта	Дозы удобрений	Энергия, накопленная урожаем, ГДж	Затраты совокупной энергии, ГДж	Коэффициент энергетической эффективности
Безенчукская 380 (st)	без удобрений	33,01	9,89	3,34
	расчётные1	37,53	12,73	2,95
	расчётные2	39,53	15,44	2,56
	среднее	36,74	12,69	2,90
Светоч	без удобрений	42,06	9,89	4,25
	расчётные1	47,38	12,73	3,72
	расчётные2	48,71	15,44	3,15
	среднее	46,05	12,69	3,63
Малахит	без удобрений	42,86	9,89	4,33
	расчётные1	50,05	12,73	3,93
	расчётные2	51,38	15,44	3,33
	среднее	48,05	12,69	3,79
Бирюза	без удобрений	44,32	9,89	4,48
	расчётные1	50,84	12,73	3,99
	расчётные2	53,11	15,44	3,44
	среднее	49,38	12,69	3,89
Санта	без удобрений	42,59	9,89	4,31
	расчётные1	47,92	12,73	3,76
	расчётные2	49,11	15,44	3,18
	среднее	46,59	12,69	3,67
Самкрас	без удобрений	44,32	9,89	4,48
	расчётные1	48,31	12,73	3,79
	расчётные2	50,05	15,44	3,24
	среднее	47,52	12,69	3,74

Таким образом, на основании проведённых исследований можно сделать вывод, что вновь созданные в институте сорта озимой мягкой пшеницы Малахит, Светоч, Бирюза, Санта и Самкрас, по сравнению с сортом Безенчукская 380, повышают урожайность зерна, стоимость продукции и накопленную энергию в урожае, что обеспечивает повышение эффективности возделывания этих сортов. При выявлении отзывчивости на минеральные удобрения наиболее рентабельным оказался вариант с расчётными дозами минеральных удобрений под урожай зерна 4,0 т/га, наибольший коэффициент энергетической эффективности установлен на варианте без внесения удобрений – 3,34-4,48.

5.2. Яровая мягкая пшеница

В исследованиях 2007-2009 годов установлена степень реализации биоклиматического потенциала и уровень продуктивности пяти сортов яровой мягкой пшеницы: Тулайковская 5, Тулайковская 10, Тулайковская золотистая, Тулайковская 100, Тулайковская остистая.

Все изучаемые сорта нового поколения характеризуются высокой устойчивостью к листовым болезням, вызываемыми как облигатными, так и факультативными возбудителями [357].

Предшественник изучаемой культуры озимая пшеница.

Питательный режим почвы. Особенности формирования урожаев и установление нормы реакции изучаемых сортов на применение удобрений проводили на трех фонах: без удобрений, расчётные дозы минеральных удобрений под урожай зерна 2,0 т/га (расчётные дозы 1), расчётные дозы удобрений под урожай 2,5 т/га (расчётные дозы 2).

Яровая пшеница предъявляет высокие требования к плодородию почвы и обладает высокой отзывчивостью на применение удобрений. На формирование 1 т зерна и соответствующего ему количества соломы яровая пшеница выносит 35-42 кг азота, 11-12 кг подвижного фосфора и от 18 до 34 кг обменного калия [257, 416, 438].

Период интенсивного поступления азота, фосфора и калия начинается с первых дней вегетации. Потребление азота возрастает к выходу в трубку и колошение растений. Максимальная потребность в фосфоре наблюдается в фазу – кущение-выход в трубку. При этом до колошения яровая пшеница потребляет 75-80% всего количества азота и фосфора. После цветения потребление минеральных веществ идет на убыль и к началу восковой спелости прекращается. В отличие от азота и фосфора потребность поступления калия по фазам развития более равномерная, при наибольшем выносе в период колошения и налива зерна. Однако для получения высоких урожаев яровой пшеницы, необходимо, чтобы она была обеспечена питательными веществами в достаточном количестве с начала своего развития.

Особенности динамики питательных веществ в почве в зависимости от изучаемых доз минеральных удобрений приведены на примере сорта-стандарта Тулайковская 5 и перспективного, наиболее продуктивного в наших исследованиях нового сорта Тулайковская 100.

Приведенные данные показывают, что содержание подвижных форм питательных веществ в почве подвержено значительным изменениям в течение вегетации и обусловлено потреблением их посевами, применением удобрений, тесно связаны с погодными условиями в период вегетации.

Содержание NO_3 в 0-40 см слое почвы в начальный период развития (всходы - кущение) по экстенсивному фону (без удобрений) в среднем за годы исследований составило – 38,5-44,5 мг/кг почвы, что свидетельствует о высокой обеспеченности почв азотом (табл. 31).

Применение удобрений существенно повышало содержание нитратов в почве. Так, на варианте с внесением расчётных доз удобрений под урожай зерна 2,0 т/га количество NO_3 в слое 0-40 см увеличилось на 37,0-47,9 мг/кг почвы или в 2,0-2,1 раза. На варианте с расчётными дозами 2 преимущество над неудобренным фоном, по содержанию NO_3 составило + 55,6-57,4 мг/кг почвы или в 2,3-2,4 раза.

Содержание нитратов под посевами яровой пшеницы, мг/кг почвы
(2007-2009гг.)

Сорт	Дозы удобрений*	Сроки наблюдений					
		кущение			после уборки		
		Слои почвы, см					
		0-20	20-40	0-40	0-20	20-40	0-40
Тулайковская 5	без удобрений	38,3	50,6	44,5	20,9	9,0	15,0
	расчётные 1	102,1	82,7	92,4	48,0	26,6	37,3
	расчётные 2	109,6	94,2	101,9	65,0	52,5	58,8
Тулайковская 100	без удобрений	38,5	38,5	38,5	20,0	9,4	14,7
	расчётные 1	86,6	64,4	75,5	42,2	30,1	36,2
	расчётные 2	93,6	94,5	94,1	70,1	55,0	62,6

Примечание: * в таблицах 31-37 и приложениях 21-29: расчётные 1- дозы минеральных удобрений под урожай 2,0 т/га; расчётные 2 - дозы минеральных удобрений под урожай 2,5 т/га

Изменения в содержании подвижного фосфора и обменного калия, как и на озимой пшенице, были менее значительными вследствие меньшего по сравнению с азотом потреблением растениями (табл. 32, 33).

Таблица 32

Содержание подвижных фосфатов под посевами яровой пшеницы, мг/кг почвы
(2007-2009гг.)

Сорт	Дозы удобрений	Сроки наблюдений					
		кущение			после уборки		
		Слои почвы, см					
		0-20	20-40	0-40	0-20	20-40	0-40
Тулайковская 5	без удобрений	197	179	188	202	157	180
	расчётные 1	219	205	212	209	160	185
	расчётные 2	225	214	220	235	197	216
Тулайковская 100	без удобрений	177	163	170	200	146	173
	расчётные 1	201	186	194	204	160	182
	расчётные 2	226	210	218	227	198	208

Содержание подвижных фосфатов в 0-40 см слое почвы в начальные фазы развития растений (всходы - кущение) на естественном по плодородию фоне в среднем за годы исследований было высоким и составило – 170 – 188 мг/кг почвы

При внесении расчётных доз удобрений под урожай зерна 2,0 т/га количество P_2O_5 , по сравнению с неудобренным вариантом, возросло на 24 мг/кг почвы (12,8-14,1%). С увеличением доз удобрений происходило дальнейшее возрастание в почве количества доступных растениям подвижного фосфора, достигая очень высокого содержания – 218-220 мг/кг почвы.

Содержание обменного калия на испытываемых вариантах изменялось в слое 0-40 см от высокого на естественном по плодородию фоне (169 мг/кг почвы) до очень высокого на вариантах с внесением расчётных доз удобрений (197-211 мг/ кг почвы) (табл. 33).

Таблица 33

Содержание обменного калия под посевами яровой пшеницы, мг/кг почвы
(2007-2009гг.)

Сорт	Дозы удобрений	Сроки наблюдений					
		кущение			после уборки		
		Слои почвы, см					
		0-20	20-40	0-40	0-20	20-40	0-40
Тулайковская 5	без удобрений	19,4	14,3	16,9	18,1	12,5	15,3
	расчётные 1	21,2	18,2	19,7	22,3	16,7	19,5
	расчётные 2	22,1	20,1	21,1	22,5	19,4	21,0
Тулайковская 100	без удобрений	17,3	16,4	16,9	18,0	14,7	16,4
	расчётные 1	20,7	18,7	19,7	20,8	15,4	18,2
	расчётные 2	21,3	18,9	20,1	22,0	19,3	20,8

После уборки урожая яровой пшеницы в результате потребления азота в течение вегетации, произошло резкое снижение этого элемента до 14,7-15,0 мг/кг почвы (на варианте без внесения удобрений). При внесении удобрений содержание NO_3 в 0-40 см слое почвы к уборке урожая снизилось до 36,2-62,6

мг/кг почвы, но при этом обеспеченность почвы азотом здесь оставалась высокой и не являлась лимитирующим фактором.

Количество подвижного фосфора и обменного калия в пахотном слое почвы, по сравнению с весенними показателями, изменялось незначительно.

За годы исследований были выявлены изменения в послойном распределении нитратов. В весенний период при практически одинаковых запасах продуктивной влаги содержание азота в слоях почвы 0-20 и 20-40 см изменялось незначительно. В осенний период лучший водный режим почвы в слое 0-20 см обеспечил более высокое содержание NO_3 , по сравнению со слоем 20-40 см.

В связи со слабой миграцией по почвенному профилю содержание подвижных форм фосфора и калия в течение вегетации было наибольшим в верхнем 0-20 см слое.

Элементы структуры урожая. Различные погодные условия в годы исследований, применение удобрений, посев новых высокоурожайных сортов оказали решающее влияние на элементы структуры, а через нее и на величину урожая зерна яровой мягкой пшеницы реализацию потенциала продуктивности средообразующих факторов.

Из элементов структуры урожая основное влияние на продуктивность культуры в годы исследований оказали, при практически равной сохранности растений, продуктивная кустистость, количество и масса зерна с колоса.

В условиях 2007 года, в отличие от озимой пшеницы, значения элементов структуры урожая за годы исследований были не максимальными. Среди изучаемых сортов выше других структурные показатели элементов урожая имели сорта Тулайковская 10, Тулайковская 100. Количество зёрен с колоса на этих сортах в среднем по вариантам составило – 16,6-17,8 штук (на Тулайковской 5 – 13,7 шт/колос), масса зерна с колоса – 0,53-0,54 г (по сорту-стандарту – 0,45 г). На естественном по плодородию фоне наибольшее количество зёрен с колоса и его масса выявлены также на этих сортах 15,3-16,0

шт/колос и 0,52-0,54г, что выше сорта-стандарта соответственно на 29,7-35,6 % и 39,5-42,1% (прил. 21).

Удобрения, при практически равной продуктивной кустистости между вариантами, оказали положительное влияние на длину колоса, количество зёрен с одного колоса и его массу. Применение расчётных доз удобрений под урожай 2,0 т/га увеличило высоту растений – на 0,1-4,1 см, длину колоса – на 0,2-0,3 см, коэффициент общей кустистости – на 0,04-0,12.

Важные элементы структуры урожая – количество зерен и масса зерна с колоса – при внесении расчётных доз удобрений 1 увеличились соответственно на 0,3-4,3 шт. и на 0,02-0,07 г.

Наиболее отзывчивыми на расчётные дозы под урожай зерна 2,0 т/га оказались сорта Тулайковская 100 и Тулайковская золотистая. При расчётных дозах удобрений 2 количество зёрен с колоса и их масса практически не изменялись в зависимости от исследуемых сортов.

Выход зерна из общей биомассы в отчетном году в среднем по вариантам опыта изменялся незначительно 44,3-47,0%, при максимальном значении на сорте Тулайковская 100. В условиях анализируемого года отмечена тенденция к снижению этого показателя при внесении удобрений на всех изучаемых сортах.

2008 год оказался наиболее благоприятным для развития растений яровой пшеницы, что оказало положительное влияние на высоту растений и их сохранность к уборке.

В опытах, как и в предшествующем году, отмечена сортовая дифференциация анализируемых показателей. Так если без удобрений количество зерна с колоса для сорта-стандарта (Тулайковская 5) составило 11,3 шт., то для новых сортов Тулайковской золотистой – 12,6 шт., Тулайковской 100 – 13,0 шт. (прил. 22).

Применение минеральных удобрений (расчётные дозы 1) увеличило высоту растений – на 1,2-4,5 см, длину колоса – на 0,1-0,6 см, коэффициент общей кустистости на 0,1-0,6.

Более важные элементы структуры урожая – количество зерен и масса зерна с колоса – при внесении расчётных доз удобрений 1 увеличились соответственно на 0,7-2,3 шт. и на 0,02-0,07 г, при максимальных показателях на сортах Тулайковская 10, Тулайковская 100, Тулайковская золотистая.

Выход зерна из общей биомассы, в связи с большой листостебельной массой в годы исследований составил в среднем – 20,3-28,7 % и имел тенденцию к снижению при внесении минеральных удобрений.

В аномальных условиях атмосферной засухи 2009 года по показателям элементов структуры урожая выделился сорт Тулайковская остистая. Количество зёрен в колосе в среднем по вариантам минерального питания составило – 18,2 шт. (на сорте-стандарте – 9,7 шт/колос), масса зерна с колоса – 0,51 г, что более чем в два раза выше, чем по сорту-стандарту (0,25 г) (прил. 23).

Выход зерна из общей биомассы в этом году, по сравнению с более благоприятными по увлажнению годами изменялся незначительно и составил 39,3-53,0 %. Как и в предыдущие годы отмечена тенденция к снижению этого показателя на большинстве изучаемых сортов при внесении расчетных доз удобрений под урожай зерна 2,5 т/га, в связи со значительным накоплением листостебельной массы на удобренных вариантах.

В среднем за годы исследования (2007-2009гг.) коэффициент общей кустистости в зависимости от изучаемых сортов изменялась незначительно - 1,42-1,51 (табл. 34).

Минимальный коэффициент продуктивной кустистости отмечен на сорте Тулайковская золотистая 1,19, что на 0,10-0,18 (8,4-15,1 %) меньше, чем на других изучаемых сортах. Применение удобрений увеличивало коэффициент продуктивной кустистости незначительно.

Все изучаемые новые сорта увеличивали, по сравнению с сортом-стандартом количество зёрен и массу зерна с колоса, соответственно на 3,3-4,1 шт. (28,0-34,7 %) и на 0,11-0,13 г (32,4-38,2 %). Применение удобрений

существенно увеличивало эти важные показатели элементы структуры урожая на 0,9-3,2 шт. (8,3-23,0 %) и на 0,2-0,7 г (6,3-17,1 %).

Таблица 34

Элементы структуры урожая перспективных сортов яровой мягкой пшеницы
(2007-2009 гг.)

Дозы удобрений	Высота, см	Коэффициент кустистости		Длина колоса, см	Кол-во зёрен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г	Выход зерна, Кхоз
		общей	продуктивной				
Тулайковская 5							
Без удобрений	60,6	1,38	1,28	6,0	10,9	0,32	35,3
Расчётные1	63,8	1,50	1,32	6,3	11,8	0,34	35,0
Расчётные2	66,7	1,37	1,32	6,7	12,6	0,36	35,0
Среднее	63,7	1,42	1,31	6,3	11,8	0,34	35,1
Тулайковская 10							
Без удобрений	61,5	1,40	1,29	6,5	14,8	0,43	41,7
Расчётные1	63,7	1,56	1,36	6,6	15,7	0,46	39,7
Расчётные2	66,9	1,51	1,24	7,0	15,9	0,46	39,3
Среднее	64,0	1,49	1,30	6,7	15,5	0,45	40,2
Тулайковская 100							
Без удобрений	61,7	1,35	1,25	6,2	13,9	0,41	42,7
Расчётные1	65,0	1,49	1,35	6,4	17,1	0,48	41,0
Расчётные2	66,2	1,49	1,28	6,8	16,0	0,48	37,3
Среднее	64,3	1,44	1,29	6,5	15,9	0,46	40,3
Тулайковская золотистая							
Без удобрений	63,7	1,43	1,17	6,1	13,8	0,41	43,0
Расчётные1	64,9	1,50	1,20	6,5	15,8	0,48	39,0
Расчётные2	67,0	1,61	1,21	6,8	15,7	0,45	35,0
Среднее	65,2	1,51	1,19	6,5	15,1	0,45	39,0
Тулайковская остистая							
Без удобрений	57,6	1,40	1,33	6,3	14,9	0,45	42,7
Расчётные1	60,9	1,59	1,37	6,8	15,9	0,48	42,7
Расчётные2	67,3	1,50	1,40	6,8	16,3	0,48	41,0
Среднее	61,9	1,50	1,37	6,6	15,7	0,47	42,1

Наибольшие значения элементов структуры урожая на новых изучаемых сортах (количество зёрен в колосе и его масса) способствовали на естественном по плодородию фоне и на варианте с расчётными дозами удобрений 1, по сравнению с сортом стандартом, увеличению выхода зерна из общей биомассы на 4,0-7,7 %.

При внесении расчетных доз удобрений под урожай зерна 2,5 т/га, в среднем за годы исследований, выявлена тенденция к снижению выхода зерна из общей биомассы, в связи со значительным накоплением листостебельной массы на данном варианте. Однако и здесь значения выхода зерна из общей биомассы, по сравнению с сортом – стандартом, возрастали на 2,3-6,0 %.

Урожайность. Полученные за годы исследований результаты позволили выявить эффективность агроприемов и их взаимное действие на продуктивность яровой мягкой пшеницы, а также определить количественные зависимости урожая от удобрений и изучаемых сортов.

По многолетним данным в Поволжье на чернозёмах и каштановой почве прибавка урожая яровой пшеницы от внесения азотно-фосфорных удобрений, по сравнению с озимой, в абсолютных показателях снижалась в 1,5 раза, но в относительных возрастала до 16-42% [95, 404, 433].

В наших исследованиях влагообеспеченность, плодородие почвы и потенциальные возможности сорта позволили в 2007 году сформировать урожайность зерна яровой мягкой пшеницы на неудобренном фоне на уровне 1,01-1,27 т/га. Максимальная урожайность на варианте без удобрений получена по сортам Тулайковская 100 и Тулайковская остистая – 1,16-1,27 т/га соответственно (прил. 24).

Внесение удобрений позволило накопить в анализируемом году большее количество биомассы. Однако товарной продукции больше получено только на вариантах с внесением расчётных доз под урожай 2,0 т/га на 0,14-0,43 т/га (11,0-40,2% к неудобренному варианту), при оплате питательных веществ урожаем – 3,0-9,3 кг/кг д. в. Наилучшие показатели выявлены на сорте Тулайковская 10.

В среднем по вариантам опыта, в условиях 2007 года, при более высокой массе зерна с колоса и густоте стеблестоя, максимальная урожайность получена на сортах Тулайковская 10 и Тулайковская остистая – 1,18-1,27 т/га, что выше продуктивности других новых сортов на 0,04-0,26 т/га (3,5-25,7 %) и сорта стандарта на 0,08-0,17 т/га (7,3-15,5 %).

Условия 2008 года позволили сформировать максимальную урожайность зерна яровой пшеницы за годы исследований – 1,02-1,97 т/га (прил. 25).

В среднем по вариантам, в этом году, наибольшая урожайность яровой пшеницы установлена на сортах Тулайковская остистая, Тулайковская 10, Тулайковская 100 (1,51-1,67 т/га), при максимальном значении на сорте Тулайковская 100. Сорт - стандарт (Тулайковская 5) и Тулайковская золотистая, при возделывании которых выявлены наименьшие показатели элементов структуры урожая, снижали урожайность яровой пшеницы на 0,13-0,41 т/га (9,4-32,5 %).

Сорт Тулайковская 100 обеспечил, в условиях 2008 года, наилучшие значения на естественном по плодородию фоне – 1,32 т/га, что на 0,14-0,25 т/га (11,9-23,4 %) выше других новых сортов. Минимальная урожайность – 1,02 т/га получена на сорте-стандарте Тулайковская 5.

При благоприятных погодных условиях внесение удобрений позволило накопить в 2008 году большее количество биомассы, в т. ч. и товарной продукции. Максимальная урожайность яровой пшеницы в анализируемом году выявлена на вариантах с расчётными дозами удобрений 2 – 1,67-1,97 т/га. Наилучший сорт Тулайковская 100 обеспечил прибавку, по сравнению с неудобренным сортом-стандартом на уровне – 0,95 т/га (93,1%). Самым отзывчивым на расчётные дозы удобрений под урожай зерна 2,5 т/га оказался сорт Тулайковская остистая, где прибавка урожая по сравнению с неудобренным вариантом, составила – 0,71 т/га (62,2%), при оплате питательных веществ туков – 5,7 кг/кг д. в. На других сортах прибавка урожая снижалась до 0,61-0,66 т/га (49,2-63,7 %), а оплата питательных веществ до 4,9-5,3 кг/кг д. в.

Внесение расчётных доз удобрений под урожай зерна 2,0 т/га увеличивало оплату питательных веществ до 7,0-7,2 кг зерна на 1 кг д.в., при этом прирост урожая зерна от улучшения минерального питания на испытываемых сортах составил – 0,38-0,39 т/га (29,5-37,3%).

Полученные в 2009 году данные позволили выявить эффективность агроприемов и их взаимное действие на продуктивность яровой пшеницы при атмосферной засухе, а также определить количественные зависимости урожая от удобрений и изучаемых сортов в данных условиях.

В среднем по вариантам, в этом году, отмечена самая низкая урожайность за годы исследований по изучаемым сортам (0,33-0,56 т/га), при минимальных значениях на сорте-стандарте – 0,33 т/га, что ниже других сортов на 0,05-0,23 т/га (15,2-69,7 %) (прил. 26).

Естественное плодородие почвы, потенциальные возможности сорта и агрометеорологические условия года позволили сформировать в отчетном году урожай яровой мягкой пшеницы на уровне 0,29-0,45 т/га. Среди изучаемых сортов на фоне без удобрений наибольшую урожайность обеспечили Тулайковская 10, Тулайковская 100. Прирост урожая зерна от сорта наиболее высоким получен по сортам яровой пшеницы Тулайковская 10, Тулайковская 100 и составил на фоне без удобрений 0,13-0,16 т/га.

Внесение удобрений, как и предыдущие годы позволило накопить большее количество биомассы, в т. ч. и товарной продукции. При внесении расчётных доз удобрений 1 наиболее высокие прибавки урожая обеспечил сорт Тулайковская 10 – 0,31 т/га (34,8 % от варианта без удобрений). Оплата питательных веществ при этом была минимальной за исследуемые годы – 2,9 кг/кг д. в. На остальных сортах 1 кг питательных веществ удобрений обеспечил получение 1,4-1,9 кг зерна.

В засушливых условиях года применение расчётных доз под урожай зерна 2,5 т/га оказалось неэффективным. Оплата питательных веществ удобрений составила 0,2-1,1 кг/кг д.в. При этом наибольшая отзывчивость на

расчетные дозы удобрений выявлена на сортах Тулайковская 100 и Тулайковская остистая.

Максимальный средний прирост урожаев зерна от удобрений получен по яровой пшенице Тулайковская остистая и Тулайковская 100 – 0,125-0,155 т/га (34,4-37,9 %).

Средние данные за 2007-2009 годы показали, что наиболее пластичным сортом, хорошо использующим как естественное плодородие почв, так и улучшение условий минерального питания за счет удобрений, из изучаемых оказался сорт Тулайковская 100. Он обеспечивал на вариантах без удобрений получение дополнительно, по сравнению с сортом-стандартом 0,21 т/га зерна (27,3 %), при внесении удобрений – 0,14-0,20 т/га (14,1-19,6 %) (табл. 35).

Внесение удобрений, в среднем за годы исследований позволило накопить большее количество биомассы, в т. ч. и товарной продукции. По данным исследований оптимальными для условий Заволжья являются расчётные дозы минеральных удобрений под урожай зерна 2,0 т/га. Прибавка урожая яровой пшеницы здесь составила – 0,19-0,31 т/га, при оплате питательных веществ туков – 3,6-5,8 кг/ кг д. в. Максимальные показатели оплаты удобрений урожаем получены на сортах Тулайковская 5, Тулайковская 10, Тулайковская 100 – 4,5-5,8 кг/кг д.в.

Наибольшая отзывчивость на расчётные дозы удобрений 2 в среднем за годы исследований выявлена на сортах Тулайковская 5, Тулайковская 10, Тулайковская остистая. Прибавка урожая, по сравнению с неудобренным вариантом, составила здесь 0,21-0,24 т/га (16,2-28,6 %). Однако оплата удобрений урожаем в данном случае снижалась до 1,7-2,0 кг/кг д.в.

Экономическая и энергетическая эффективность сортов яровой пшеницы. По результатам исследований проведен анализ и установлены параметры наиболее эффективного применения средств интенсификации с использованием вновь созданных сортов яровой пшеницы.

Влияние удобрений на урожайность сортов яровой мягкой пшеницы
(2007-2009 гг.)

Сорт	Дозы удобрений	Урожайность, т/га	Прибавки урожая			
			от удобрений		от сорта	
			т/га	%	т/га	%
Тулайковская 5	без удобрений	0,77	-	-	-	-
	расчётные1	1,02	0,25	32,5	-	-
	расчётные2	0,99	0,22	28,6	-	-
	среднее	0,93	0,235	30,5	-	-
Тулайковская 10	без удобрений	0,89	-	-	0,12	15,6
	расчётные1	1,20	0,31	34,8	0,18	17,6
	расчётные2	1,10	0,21	23,6	0,11	11,1
	среднее	1,06	0,26	29,2	0,13	14,0
Тулайковская 100	без удобрений	0,98	-	-	0,21	27,3
	расчётные1	1,22	0,24	24,5	0,20	19,6
	расчётные2	1,13	0,15	15,3	0,14	14,1
	среднее	1,11	0,195	19,9	0,19	19,4
Тулайковская золотистая	без удобрений	0,79	-	-	0,02	2,6
	расчётные1	0,98	0,19	24,1	-0,04	-
	расчётные2	0,98	0,19	24,1	-0,01	-
	среднее	0,92	0,19	24,1	-0,01	-
Тулайковская остистая	без удобрений	0,91	-	-	0,14	18,2
	расчётные1	1,13	0,22	10,8	0,11	10,8
	расчётные2	1,15	0,24	16,2	0,16	16,2
	среднее	1,06	0,23	14,0	0,13	14,0
НСР ₀₅		0,21	0,14	-	0,10	-

В 2007 г. максимальная стоимость продукции с 1 гектара, в среднем по вариантам, получена при возделывании интенсивного сорта Тулайковская остистая 5700 руб. При выращивании сортов Тулайковская 10 и 100 стоимость продукции снижалась на 390-570 руб/га (7,3-11,1%). Минимальный выход продукции в стоимостном выражении на единицу площади выявлен при

возделывании сорта-стандарта и Тулайковская золотистая - 4530-4950 руб/га (прил. 27).

Из исследуемых вариантов наиболее эффективным, при возделывании сорта-стандарта и Тулайковская 10, оказалось применение расчётных доз удобрений 1. Дополнительные затраты на внесение удобрений – 1078 руб/га (24,0% от производственных затрат) способствовали увеличению условно-чистого дохода, по сравнению с вариантом без удобрений, на 182-847 руб/га (16,1-60,4 %), при этом максимальный условный чистый доход получен на сорте Тулайковская 10 – 2250 руб/га. На сортах Тулайковская 100, Тулайковская золотистая и Тулайковская остистая дополнительные затраты на внесение удобрений не окупились прибавкой урожая, условный чистый доход по сравнению с лучшим из исследуемых, неудобрённым вариантом, снижался на 348-443 руб/га.

Значительные дополнительные затраты – 2886 руб/га (45,8%) на применение расчётных доз удобрений под урожай зерна 2,5 т/га также не окупились прибавкой урожая. На всех исследуемых сортах от данного агроприёма получен убыток.

В благоприятных климатических условиях 2008 года стоимость зерна, полученная с единицы площади, при возделывании новых сортов Тулайковская 10, Тулайковская 100 и Тулайковская остистая изменялась незначительно 7500-7633 руб/га, при максимальном показателе на сорте Тулайковская 10. При возделывании сорта-стандарта и Тулайковская золотистая стоимость продукции, по сравнению с лучшими сортами, снижалась на 583-816 руб/га (8,4-12,0%) (прил. 28).

Внесение удобрений позволило получить больше товарной продукции в стоимостном выражении. При этом из изучаемых вариантов при возделывании яровой пшеницы, за исключением сорта Тулайковская остистая, наиболее эффективным оказалось применение расчётных доз удобрений под урожай зерна 2,0 т/га. Дополнительные затраты на данный агроприём – 1168 руб/га (18,5% от производственных затрат) способствовали увеличению условного чистого

дохода, по сравнению с неудобренным фоном, на 482-782 руб/га или в 1,5-3,5 раза, при этом наибольший показатель доходности получен на сорте Тулайковская 100 – 2206 руб/га.

В условиях анализируемого года использование расчётных доз удобрений 1 позволило получить максимальный уровень рентабельности – 10,7-34,8 %, что больше неудобренного варианта на 6,9-11,6% и варианта с повышенными дозами удобрений – на 2,1-8,4 %.

Существенные дополнительные затраты при применении расчётных доз удобрений 2 – 2616 руб/га (33,7%) позволили увеличить условный чистый доход, по сравнению с естественным по плодородию фоном, в 2008 году на 434-925 руб/га, при максимальных значениях на сорте Тулайковская 100 – 2058 руб/га.

При атмосферной засухе 2009 года возделывание всех изучаемых сортов было нерентабельным. Минимальный убыток был получен на сортах Тулайковская 10 и Тулайковская 100 – 2775-2904,0 руб/га (варианты без удобрений). Несмотря на значительные прибавки урожаев, от применения удобрений в процентном выражении, дополнительные затраты на внесение удобрений (23,7-38,7% от производственных затрат) не окупились прибавкой урожая и способствовали увеличению убытков по сравнению с неудобренным вариантом (на 739-2375 руб/га) (прил. 29).

В среднем за годы исследований экономическая эффективность возделывания сортов яровой мягкой пшеницы, из-за значительного убытка в острозасушливом 2009 году, была низкой.

Наибольшую стоимость продукции обеспечили новые сорта Тулайковская 10, Тулайковская 100 и Тулайковская остистая – 5003,5-5280,9 руб/га, при максимальных показателях на сорте Тулайковская 100 (табл. 36).

Однако при средних, по дозам удобрениям, производственных затратах более 5700 руб/га рентабельное производство зерна получено только при возделывании нового перспективного сорта Тулайковская 100. На естественном

по плодородию фоне и на варианте с умеренными дозами удобрений, уровень рентабельности здесь составил – 1,8-3,4%.

Таблица 36

Экономическая эффективность сортов яровой мягкой пшеницы в расчёте на 1га (2007-2009 гг.)

Сорта	Дозы удобрений	Стоимость продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Условный чистый доход, руб.	Уровень рентабельности, %
Тулайковская 5 (st)	без удобрений	3630,7	4423,0	-792,3	-
	расчётные1	4813,0	5603,0	-790,0	-
	расчётные2	4727,7	7247,3	-2519,6	-
	среднее	4390,5	5757,8	-1367,3	-
Тулайковская 10	без удобрений	4173,7	4429,0	-255,3	-
	расчётные1	5609,7	5612,0	-2,3	0,0
	расчётные2	5238,3	7254,3	-2016,0	-
	среднее	5007,2	5765,1	-757,9	-
Тулайковская 100	без удобрений	4585,0	4436,0	149,0	3,4
	расчётные1	5718,7	5615,0	103,7	1,8
	расчётные2	5539,0	7258,3	-1719,3	-
	среднее	5280,9	5769,8	-488,9	-
Тулайковская золотистая	без удобрений	3725,7	4424,3	-698,6	-
	расчётные1	4630,3	5601,3	-971,0	-
	расчётные2	4710,3	7246,7	-2536,4	-
	среднее	4355,4	5757,4	-1402,0	-
Тулайковская остистая	без удобрений	4278,0	4430,0	-152,0	-
	расчётные1	5295,7	5610,3	-314,6	-
	расчётные2	5437,0	7256,0	-1819,0	-
	среднее	5003,5	5765,4	-761,9	-

При возделывании сорта стандарт получены наихудшие показатели эффективности.

При расчетах энергетической эффективности сортов учитывали дополнительные энергетические затраты на производство удобрений, трудовые

и материальные ресурсы, связанные с внесением удобрений и уборкой дополнительного урожая.

В среднем за годы исследований наибольшее влияние на аккумуляцию солнечной энергии оказали сорта Тулайковская 10, Тулайковская 100 и Тулайковская остистая. В среднем по трём вариантам минерального питания, данные сорта накопили в урожае 14,01-14,63 ГДж/га, что на 1,80-2,42 ГДж/га (14,7-19,8%) больше сорта-стандарта (табл. 37).

Таблица 37

Энергетическая эффективность сортов яровой мягкой пшеницы в расчёте на 1 га (2007-2009гг.)

Сорта	Дозы удобрений	Энергия, накопленная урожаем, ГДж	Затраты совокупной энергии, ГДж	Коэффициент энергетической эффективности
Тулайковская 5 (st)	без удобрений	10,15	5,43	1,86
	расчётные1	13,44	8,70	1,54
	расчётные2	13,05	11,19	1,17
	среднее	12,21	8,44	1,45
Тулайковская 10	Без удобрений	11,73	5,43	2,16
	расчётные1	15,82	8,70	1,82
	расчётные2	14,50	11,19	1,30
	среднее	14,02	8,44	1,66
Тулайковская 100	Без удобрений	12,92	5,43	2,38
	расчётные1	16,08	8,70	1,85
	расчётные2	14,89	11,19	1,33
	среднее	14,63	8,44	1,73
Тулайковская золотистая	без удобрений	10,41	5,43	1,92
	расчётные1	12,92	8,70	1,49
	расчётные2	12,92	11,19	1,15
	среднее	12,08	8,44	1,43
Тулайковская остистая	без удобрений	11,99	5,43	2,21
	расчётные1	14,89	8,70	1,71
	расчётные2	15,16	11,19	1,35
	среднее	14,01	8,44	1,66

На естественном по плодородию фоне лучше других (использовал ФАР) сорт Тулайковская 100.

Применение удобрений способствовало увеличению аккумуляции энергии растениями яровой пшеницы. При внесении расчётных доз удобрений 1 на лучших сортах Тулайковская 10, Тулайковская 100 было аккумулировано 15,82-16,08 ГДж/га. При расчётных дозах удобрений 2 наибольшее количество энергии накопленной урожаем 14,89-15,16 ГДж/га, выявлено на сортах Тулайковская 100 и Тулайковская остистая.

При наименьших затратах совокупной энергии, израсходованной на единицу площади, возделываемой яровой пшеницы, наибольший коэффициент энергетической эффективности получен на варианте без внесения удобрений - 1,86-2,38, при лучшем показателе на сорте Тулайковская 100. Наиболее отзывчивыми на расчётные дозы удобрений под урожай зерна 2,0 т/га оказались сорта Тулайковская 10 и Тулайковская 100 1,82-1,85. Максимальные затраты совокупной энергии (при расчётных дозах 2) снизили коэффициент энергетической эффективности до 1,15-1,35, при наибольших значениях на сортах Тулайковская 100 и Тулайковская остистая – 1,33-1,35.

Таким образом, на основании проведённых исследований можно сделать вывод, что новые, выведенные в Самарском НИИСХ сорта яровой мягкой пшеницы Тулайковская 10, Тулайковская 100 и Тулайковская остистая, по сравнению с сортом-стандартом (Тулайковская 5) повышают урожайность, стоимость продукции и накопленную энергию в урожае. При значительном убытке в 2009 году, в среднем за годы исследований рентабельное производство зерна установлено только на сорте Тулайковская 100. Наибольший коэффициент энергетической эффективности выявлен на варианте без внесения удобрений – 1,86-2,38. Для повышения эффективности производства зерна яровой мягкой пшеницы, в связи с глобальными и локальными изменениями климата и повышением численности вредных объектов, необходимо, при превышении ЭПВ по вредителям, применять

инсектициды. Часть посевов яровой мягкой пшеницы для повышения эффективности производства целесообразно заменить твёрдой.

5.3. ЯРОВОЙ ЯЧМЕНЬ

Высокий потенциал продуктивности, устойчивость и стабильность урожая обеспечивает яровому ячменю высокий удельный вес в структуре зерновых культур в Среднем Заволжье, позволяет возделывать его на высоком агротехническом фоне.

В опыте за анализируемый период (2007-2009 гг.) были использованы в качестве объекта исследований вновь созданные в Самарском НИИСХ, и допущенные к моменту написания диссертации к использованию на территории РФ сорта – Безенчукский 2, Беркут, Ястреб, Орлан [158].

В качестве стандарта взят районированный ранее в регионе сорт ярового ячменя Прерия. В исследованиях проведена оценка реакции изучаемых сортов на применение удобрений, выявлены наиболее перспективные сорта для производства с различным ресурсным обеспечением.

Динамика питательных веществ почвы. Особенности формирования урожая и установление нормы реакции изучаемых сортов на применение минеральных удобрений проводили на трех фонах минерального питания: без удобрений, расчётные дозы под урожай 3,0 т/га (расчётные дозы 1), расчётные дозы удобрений под урожай 3,5 т/га (расчётные дозы 2).

Яровой ячмень, обладая коротким вегетационным периодом и интенсивным потреблением питательных веществ, отличается повышенными требованиями к уровню минерального питания.

По многолетним данным на чернозёмных почвах Поволжья яровой ячмень оказался самым отзывчивым из зерновых культур на применение азотно-фосфорных удобрений. Прибавка урожая от данного агроприёма в этих опытах составила – 0,43-1,29 т/га (19-64 %) [321, 404].

Поэтому реализация потенциальной продуктивности сортов ярового ячменя возможна лишь при обеспечении растений в достаточном количестве питательными веществами. При этом чтобы определить дозы удобрений, позволяющие создать оптимальные по минеральному питанию условия для роста и развития культуры, необходимо знать какую часть потребности в питательных веществах растения удовлетворяют за счет почвенного плодородия.

На формирование 1т зерна вместе с соломой ячмень согласно предшествующим исследованиям расходует 25-30 кг азота, 10-15 кг фосфора и 20-26 кг калия [257, 438].

В наших исследованиях содержание нитратов в 0-40 см слое почвы в начальный период развития (всходы-кущение) по экстенсивному фону (без удобрений) в среднем за годы исследований составило – 38,1-38,5 мг/кг почвы, что свидетельствует о высокой обеспеченности почв азотом (табл. 38).

Таблица 38

Содержание нитратов под посевами ярового ячменя, мг/кг почвы
(2007-2009гг.)

Сорт	Дозы удобрений	Сроки наблюдений					
		кущение			после уборки		
		Слой почвы, см					
		0-20	20-40	0-40	0-20	20-40	0-40
Прерия st	без удобрений	31,9	45,1	38,5	14,7	7,4	11,1
	расчётные1	65,2	54,1	59,7	22,3	15,0	18,7
	расчётные2	73,2	61,7	67,5	29,8	29,4	29,6
Беркут	без удобрений	37,2	38,9	38,1	12,5	8,6	10,6
	расчётные1	59,1	60,5	59,8	17,8	16,4	17,1
	расчётные2	68,1	71,8	70,0	34,6	25,8	30,2

Примечание: * в таблицах 38-44 и приложениях 30-38: расчётные 1 – дозы минеральных удобрений под урожай 3,0 т/га; расчётные 2 – дозы минеральных удобрений под урожай 3,5 т/га

Применение удобрений существенно повышало содержание нитратов в почве. На варианте с внесением расчётных доз удобрений под урожай зерна 3,0

т/га количество NO_3 в слое 0-40 см возросло на 21,2-21,7 мг/кг почвы (55,1-57,0%). На варианте с расчётными дозами удобрений 2 преимущество над контрольным вариантом по содержанию нитратов составило 29,0-31,9 мг/кг почвы (75,3-83,7%).

При применении удобрений преимущество в содержании нитратов, по сравнению с естественным по плодородию фоном, связано с увеличением данного макроэлемента в верхнем слое почвы (0-20см) в 1,6-2,3 раза. В слое 20-40 см преимущество вариантов с применением удобрений снижалось до 20,0-84,6 %.

Внесение удобрений, вследствие меньшей подвижности и высокого содержания макроэлементов на естественном по плодородию фоне, способствовало увеличению в почве количества подвижных форм фосфора и калия в меньших размерах, по сравнению с нитратами (табл. 39, 40).

Таблица 39

Содержание подвижных фосфатов под посевами ярового ячменя, мг/кг почвы (2007-2009гг.)

Сорт	Дозы удобрений	Сроки наблюдений					
		кущение			после уборки		
		Слои почвы, см					
		0-20	20-40	0-40	0-20	20-40	0-40
Прерия	без удобрений	209	189	199	215	173	194
	расчётные1	228	213	221	235	207	211
	расчётные2	238	230	234	241	215	228
Беркут	без удобрений	210	180	195	203	161	182
	расчётные1	230	194	212	232	199	216
	расчётные2	244	210	227	243	222	233

На естественных по плодородию фонах в слое 0-40 см выявлено высокое содержание подвижных фосфатов – 195-199 мг/кг почвы. При внесении удобрений количество P_2O_5 , по сравнению с контрольным вариантом, увеличивалось: при исследовании сорта Прерия на 22-35 мг/кг почвы (11,1-17,6%); сорта Беркут на 17-32 мг/кг почвы (8,7-16,4%).

Содержание обменного калия независимо от изучаемых фонов питания растений было очень высоким. При применении удобрений обеспеченность почв K_2O , по сравнению с неудобренным вариантом, возрастала на 19-44 (расчётные дозы 1) и 21-39 мг/ кг почвы (расчётные дозы 2) или на 9,3-21,6 и 10,1-18,8% соответственно (табл. 40).

Таблица 40

Содержание обменного калия под посевами ярового ячменя, мг/кг почвы
(2007-2009гг)

Сорт	Дозы удобрений	Сроки наблюдений					
		кущение			после уборки		
		Слои почвы, см					
		0-20	20-40	0-40	0-20	20-40	0-40
Прерия st	Без удобрений	211	196	204	203	140	172
	расчётные1	227	218	223	211	163	187
	расчётные2	258	238	248	253	188	221
Беркут	Без удобрений	222	192	207	184	138	161
	расчётные1	251	205	228	209	171	190
	расчётные2	268	223	246	243	201	222

После уборки ярового ячменя количество нитратов и обменного калия в почве снижалось, главным образом за счёт потребления их растениями за вегетационный период. Содержание в почве подвижных фосфатов, по сравнению с весенними показателями, изменялось незначительно.

В наибольшей степени, за годы исследований, в течение вегетации изменялось содержание в почве азота. На естественном по плодородию фоне особенно чётко данная тенденция прослеживалась в слое почвы 20-40 см, где количество нитратов по сравнению с весенними показателями снижалось в 4,5-6,1 раза (при сокращении в слое 0-40 см – в 3,5-3,6 раза). На вариантах с внесением удобрений разница с весенними наблюдениями в слое 0-40 см составила 2,3-3,4 раза и по анализируемым слоям, она изменялась незначительно.

По количеству обменного калия в почве наиболее значительное уменьшение в слое 0-40 см произошло на варианте «без удобрений» и при внесении расчётных доз удобрений под урожай зерна 3,0 т/га на 32-46 мг/ кг почвы (18,6-28,6 %). При расчётных дозах удобрений 2 разница в обеспечении растений легкодоступным калием за вегетационный период составила 24-27 мг/ кг почвы (10,8-12,2 %).

Элементы структуры урожая. Из элементов структуры урожая, как и на остальных анализируемых культурах (озимой и яровой пшенице), наибольшее влияние на урожайность ярового ячменя за годы исследований оказали: количество продуктивных стеблей на 1 м², количество и масса зерна с колоса.

Полнота всходов изучаемых сортов в среднем за 2007-2009 годы составила 67-75% (335-365 растений на 1 м²). Максимальное количество растений, в период полных всходов, отмечено на посевах сортов Беркут, Ястреб, Орлан.

В 2007 году удобрения повысили коэффициент продуктивной кустистости ячменя на 1,3-7,1 % (расчётные дозы удобрений 1) (прил.30).

Среди изучаемых сортов наилучшие показатели элементов структуры урожая имели сорта Безенчукский 2, Беркут. Без удобрений количество зёрен в колосе на этих сортах составило – 23,5-23,7 шт. зерен (на Прерии – 22,7 шт/колос), масса зерна в колосе – 0,75 - 0,86 г (по сорту-стандарту – 0,74 г). Однако, при этом масса 1000 зерен на изучаемых сортах была ниже, чем на Прерии.

Выход зерна из общей биомассы в отчетном году составил 47-60%. Отмечена тенденция к снижению этого показателя при внесении удобрений, в связи со значительным накоплением листостебельной массы на удобренных вариантах и недостаточным наливом зерна.

В 2008 году коэффициент продуктивной кустистости ячменя при внесении расчётных доз удобрений под урожай зерна 3,0 т/га была выше контрольного варианта на 4,8-5,6% (прил. 31).

Среди исследуемых сортов по анализируемым показателям урожая выделились сорта Орлан, Безенчукский 2, Беркут. Количество зёрен в колосе на

этих сортах без удобрений составило 12,4-13,2 шт. (на сорте-стандарте – 12,6 шт /колос), масса зерна в колосе – 0,42-0,46 г (по сорту Прерия – 0,43 г).

Выход зерна из общей биомассы в этом году был ниже, чем в 2007 и составил 38-57%, при наименьших значениях на варианте с расчетными дозами удобрений 2.

В 2009 году в условиях атмосферной засухи удобрения оказали положительное влияние на коэффициент продуктивной кустистости ячменя (на 10,0-36,4% - при внесении расчётных доз удобрений 1) (прил. 32).

В аномальных погодных условиях менее других снизили показатели элементов структуры урожая сорта Безенчукский 2, Беркут, Ястреб. Количество зёрен в колосе без удобрений на этих сортах составило 9,8-10,3 шт. (на сорте-стандарте – 6,2 шт/колос), масса зерна с колоса – 0,31-0,39 г (по сорту Прерия – 0,19 г).

Выход зерна из общей биомассы в анализируемом году, по сравнению с более благоприятными по увлажнению, изменялся незначительно и составил 37-64%. Как и в предыдущие годы отмечена тенденция к снижению этого показателя при внесении расчетных доз удобрений под урожай зерна 3,5 т/га, в связи со значительным накоплением листостебельной массы на удобренных вариантах.

В среднем за годы исследования (2007-2009гг.) максимальный коэффициент общей кустистости выявлен на сорте Беркут – 2,2. На естественном по плодородию фоне данный показатель был выше на 0,2 (10%), чем на сорте Орлан и на 0,5-0,6 (29,4-37,5%) остальных испытываемых сортов (табл. 41).

Применение удобрений увеличивало коэффициент общей кустистости на всех исследуемых сортах, по сравнению со стандартом, на 0,1-0,5 (6,3-31,3%).

Вследствие биологических особенностей изучаемые новые сорта увеличивали, по сравнению с Прерией количество зёрен и массу зерна с колоса, в меньшей степени, чем сорта яровой пшеницы. Превышение перспективных

сортов ячменя над Прерией по данным элементам структуры урожая составило – 0,6-1,7 шт. (4,3-12,3 %) и 0,02-0,08 г (4,4-17,7 %) соответственно.

Таблица 41

Элементы структуры урожая сортов ярового ячменя

(2007-2009 гг.)

Дозы удобрений	Высота, см	Коэффициент кустистости		Длина колоса, см	Кол-во зёрен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г	Выход зерна, Кхоз
		общей	продуктивной				
Прерия							
Без удобрений	53,6	1,6	1,4	5,5	13,8	0,45	48,3
Расчётные1	56,0	1,7	1,4	6,0	15,8	0,56	50,3
Расчётные2	59,0	2,1	1,5	6,2	16,6	0,59	49,0
Безенчукский 2							
Без удобрений	56,4	1,6	1,4	5,8	15,2	0,53	49,7
Расчётные1	58,4	2,0	1,5	6,4	17,1	0,63	56,0
Расчётные2	59,3	2,1	1,5	6,9	17,2	0,60	52,3
Беркут							
Без удобрений	52,8	2,2	1,5	5,5	15,5	0,52	55,7
Расчётные1	55,2	2,4	1,7	5,8	16,0	0,57	57,0
Расчётные2	57,5	2,5	1,7	6,1	16,6	0,57	48,0
Ястреб							
Без удобрений	52,4	1,7	1,4	6,2	15,3	0,49	48,4
Расчётные1	55,0	1,9	1,5	6,4	16,2	0,56	53,0
Расчётные2	59,7	2,1	1,5	6,6	16,7	0,55	41,0
Орлан							
Без удобрений	50,9	2,0	1,5	5,6	14,4	0,47	50,3
Расчётные1	55,3	2,2	1,6	5,8	16,2	0,54	52,3
Расчётные2	55,8	2,2	1,5	5,9	15,5	0,50	50,3

Применение удобрений существенно увеличивало эти важные показатели элементов структуры урожая. При этом наиболее отзывчивыми на средства интенсификации оказались сорта Прерия и Безенчукский 2.

Наибольший выход зерна из общей биомассы на естественном фоне и при расчётных дозах удобрений под урожай 3,0 т/га установлен на сорте Беркут – 55,7 и 57,0 соответственно.

Применение расчётных доз удобрений 2, в связи со значительным накоплением листостебельной массы существенно снижало выход зерна по сравнению с вариантом, где применялись меньшие дозы.

Урожайность. Полученные в исследованиях данные позволили выявить эффективность агроприемов и их взаимное действие на продуктивность ячменя, а также определить количественные зависимости урожая от удобрений и изучаемых сортов.

Влагообеспеченность, плодородие почвы и потенциальные возможности сортов позволили в 2007 году сформировать урожайность зерна ярового ячменя на фоне без удобрений на уровне 1,46-1,91 т/га (прил. 33). Наибольшую урожайность на естественном по плодородию фоне обеспечили сорта Ястреб и Беркут (18,3-19,1) которые превосходили сорт-стандарт на 0,37-0,45 т/га (25,3-30,8%).

Внесение удобрений позволило накопить большее количество биомассы, в т. ч. и товарной продукции. Максимальные прибавки урожаев зерна получены при внесении расчётных доз удобрений под урожай зерна 3,0 т/га – 0,24-0,32 т/га (15,3-16,8% к контролю), при оплате питательных веществ – 5,2-7,0 кг/кг д. в. Наилучшие показатели выявлены на сортах Орлан, Беркут – 0,31-0,32 т/га (16,8-17,1% к контролю). По этому фону в расчёте на 1 кг питательных веществ удобрений, данные сорта обеспечили получение 6,7-7,0 кг зерна.

На вариантах с расчётными дозами удобрений под урожай зерна 3,5 т/га выделились сорта – Безенчукский 2, Ястреб, Орлан. Прибавка к контролю на этих сортах составила – 0,20-0,25 т/га (12,7-13,7%). При этом увеличение доз минеральных удобрений снижало оплату урожаем питательных веществ туков до 1,3-2,1 кг/кг д. в.

В 2008 году, как и на яровой пшенице, в опытах получена наиболее высокая урожайность ярового ячменя за анализируемые годы – 2,24-3,52 т/га (прил. 34).

На естественном по плодородию фоне выделились сорта Ястреб, Беркут и Орлан, которые обеспечили получение урожая на уровне – 2,34-2,51 т/га, что на 0,10-0,27 т/га (4,5-12,1 %) выше сорта-стандарта Прерия.

При внесении расчётных доз удобрений 1 урожайность зерна на этих сортах составила – 2,92-3,42 т/га, что на 0,11-0,61 т/га (3,9-21,7 %) выше сорта Прерия. Наибольшие прибавки от внесения расчётных доз удобрений под урожай зерна 3,0 т/га, по сравнению с вариантом, где удобрения не вносились, получены по сорту Орлан – 0,91 т/га (36,3%). На каждый килограмм питательных веществ, этот сорт обеспечил получение 16,9 кг зерна, сорта Безенчукский 2 и Ястреб – 10,7 кг/кг д. в. удобрений.

Максимальная урожайность ярового ячменя в анализируемом году выявлена на вариантах с расчётными дозами удобрений под урожай зерна 3,5 т/га – 2,88-3,52 т/га. Выделившиеся сорта Беркут, Ястреб и Орлан обеспечили прибавку, по сравнению с неудобренным сортом Прерия, на уровне – 0,83-1,28 т/га (37,0-57,1%). Сорта Ястреб и Орлан в условиях 2008 года оказались наиболее отзывчивыми на удобрения – на 0,87-1,01 т/га (37,2-40,2%). Однако увеличение доз минеральных удобрений снижало оплату питательных веществ туков урожаем до 8,0-9,3 кг/кг д. в.

Полученные в 2009 году данные позволили выявить эффективность агроприемов и их взаимное действие на продуктивность ячменя при атмосферной засухе, а также определить количественные зависимости урожая от удобрений и изучаемых сортов в данных условиях.

Влагообеспеченность, плодородие почвы и потенциальные возможности новых изучаемых сортов позволили в отчетном году сформировать урожай ярового ячменя на неудобренном фоне на уровне 0,34-0,79 т/га (прил.35).

Наибольшую урожайность на естественном по плодородию фоне обеспечили сорта Ястреб и Беркут – 0,64-0,79 т/га, которые превосходили сорт-стандарт на 0,30-0,45 т/га (88,2-132,3%).

Внесение удобрений позволило накопить большее количество биомассы, в т. ч. и товарной продукции.

В аномальных условиях текущего года максимальные прибавки урожаев изучаемых сортов от удобрений обеспечили расчётные дозы удобрений 1 – 0,35-0,46 т/га. Оплата питательных веществ при этом составила – 6,0-7,9 кг/кг д. в. Среди изучаемых сортов по этому фону выделились Безенчукский 2, который на 1 кг питательных веществ обеспечил получение 6,7 кг зерна и сорт Орлан, повысивший этот показатель до 7,9 кг/ кг д.в.

При расчётных дозах удобрений 2 наибольшие прибавки урожаев ярового ячменя получены на сортах – Беркут, Ястреб, Прерия (0,36-0,37 т/га). Увеличение доз минеральных удобрений снижало оплату питательных веществ туков до 2,9-3,0 кг/кг д. в.

В среднем за 3 года (2007-2009 гг.) все новые сорта превзошли по продуктивности сорт-стандарт Прерия. Наибольшая урожайность на естественном по плодородию фоне отмечена на сортах Беркут и Ястреб и Орлан – 1,57-1,70 т/га, что на 0,22-0,35 т/га (16,3-25,9%) превышает сорт – стандарт (табл. 42).

Внесение удобрений позволило накопить не только большее количество общей биомассы, но и товарной продукции, получить урожайность зерна на новых перспективных сортах ярового ячменя на уровне 1,86-2,13 т/га, при урожайности на сорте-стандарте 1,69-1,73 т/га.

Максимальная продуктивность при внесении расчётных доз удобрений под урожай зерна 3,0 т/га установлена на сорте Орлан – 2,13 т/га (35,7% к варианту без удобрений). На каждый кг питательных веществ, данный сорт обеспечил получение 10,6 кг зерна. На сортах Безенчукский 2, Беркут и Ястреб оплата питательных веществ составила – 7,6-8,0 кг/кг д. в., на сорте-стандарте – 6,5 кг/кг д. в.

Влияние удобрений на урожайность сортов ярового ячменя (2007-2009 гг.)

Сорт	Дозы удобрений	Урожайность, т/га	Прибавки урожая			
			от удобрений		от сорта	
			т/га	%	т/га	%
Прерия	без удобрений	1,35	-	-	-	-
	расчётные1	1,69	0,34	25,2	-	-
	расчётные2	1,73	0,38	28,1	-	-
	среднее	1,59	0,36	26,7	-	-
Безенчукский 2	без удобрений	1,48	-	-	0,13	9,6
	расчётные1	1,88	0,40	27,0	0,19	11,2
	расчётные2	1,86	0,38	25,7	0,13	7,5
	среднее	1,74	0,39	26,4	0,15	9,4
Беркут	без удобрений	1,70	-	-	0,35	25,9
	расчётные1	2,11	0,41	24,1	0,42	24,9
	расчётные2	2,10	0,40	23,5	0,37	21,4
	среднее	1,97	0,405	23,8	0,38	23,9
Ястреб	без удобрений	1,60	-	-	0,25	18,5
	расчётные1	2,02	0,42	26,3	0,33	19,5
	расчётные2	2,10	0,50	31,3	0,37	21,4
	среднее	1,91	0,46	28,8	0,32	20,1
Орлан	без удобрений	1,57	-	-	0,22	16,3
	расчётные1	2,13	0,56	35,7	0,44	26,0
	расчётные2	2,10	0,53	33,8	0,37	21,4
	среднее	1,93	0,545	34,7	0,34	21,4
НСР ₀₅		0,17	0,16	-	0,14	-

Наиболее отзывчивыми на расчётные дозы удобрений 2 оказались сорта – Беркут, Ястреб, Орлан. Прибавка к неудобренным вариантам на этих сортах составила – 0,40-0,53 т/га (23,5-33,8%). При этом увеличение доз минеральных удобрений снижало оплату питательных веществ туков до 3,4-4,5 кг/кг д. в.

В среднем по всем фонам удобрений максимальный урожай получен на сорте Беркут – 1,97 т/га, что на 0,38 т/га (23,9 %) выше сорта стандарта. При

возделывании сортов Ястреб и Орлан увеличение урожайности по сравнению с Прерией составило – 0,32-0,34 т/га (20,1-21,4 %) соответственно.

Экономическая и энергетическая эффективность сортов ярового ячменя. В условиях рыночной экономики одним из главных критериев ведения растениеводства является экономическая эффективность сельскохозяйственного производства.

В условиях 2007 года наибольшая стоимость продукции получена на вариантах с применением расчётных доз удобрений под урожай зерна 3,0 т/га. Максимальные результаты при этом обеспечили новые изучаемые сорта Беркут, Ястреб и Орлан. Однако дополнительные затраты на применение удобрений – 1078 руб/га (31,1% от производственных затрат) практически не окупилась прибавкой урожая. Условный чистый доход на вариантах с естественным фоном плодородия почвы и расчётными дозами удобрений 1 изменялся незначительно, при этом наибольший показатель доходности получен на сорте Беркут – 3223,0-3265,0 руб/га.

При применении расчётных доз удобрений 2 на сорте-стандарте и Безенчукский 2 получен убыток. На сортах Орлан, Ястреб, Беркут условный чистый доход колебался от 827,0 до 902,0 руб/га, при лучших показателях на сортах Беркут и Ястреб (прил. 36).

В благоприятном по увлажнению 2008 году применение удобрений, несмотря на значительные дополнительные затраты (от 1188 до 2586 руб/га), полностью окупилась прибавкой урожая (прил. 37).

Максимальный условный чистый доход получен при на вариантах с внесением расчётных доз удобрений 1, при наибольших значениях на сортах Беркут, Ястреб, Орлан 5256,0-7256,0 руб/га. Уровень рентабельности производства зерна ячменя по этим сортам составил – 81,8-113,0%, что на 5,6-36,8% больше, чем при возделывании Безенчукского 2 и на 10,7-41,9% сорта-стандарта.

Внесение расчётных доз удобрений 2 обеспечило получение условного чистого дохода на новых сортах Беркут, Ястреб, Орлан на уровне – 4458,0-

6258,0 руб/га, что выше варианта без внесения удобрений на 94,0-1454,0 руб./га. Однако дополнительные затраты на внесение высоких доз удобрений не окупались прибавкой урожая, в результате, уровень рентабельности по сравнению с вариантом без удобрений снижался по испытываемым сортам на 11,7-26,3%.

В условиях атмосферной засухи применение удобрений в 2009 году, несмотря на значительные прибавки урожаев и оплату питательных веществ удобрений для изучаемых сортов было нерентабельным. Минимальный убыток был получен на сорте Беркут –1951,0-2204,0 руб/га (варианты без удобрений и умеренные дозы удобрений) (прил. 38).

В среднем за годы исследований возделывание ярового ячменя обеспечило рентабельное производство.

Наибольшая урожайность и соответственно стоимость продукции получена на новых сортах Беркут, Ястреб, Орлан.

Применение расчётных доз удобрений под урожай зерна 3,0 т/га, несмотря на значительные дополнительные затраты полностью окупались прибавкой урожая. Максимальный условный чистый доход установлен на сортах Беркут, Ястреб, Орлан 1825,7-2294,0 руб/га. Уровень рентабельности производства зерна ячменя по этим сортам составил – 31,9-40,1% или на 8,4-16,6% больше, чем по сорту Безенчукский 2. При возделывании Прерии отмечен наименьший уровень рентабельности – 11,8% (табл. 43).

Дополнительные затраты на внесение расчётных доз удобрений 2 на сорте- стандарте и Безенчукский 2 в среднем за годы исследований привели к убыточному производству. На сортах Ястреб, Беркут и Орлан условный чистый доход колебался от 559,3 до 646,0 руб/га, уровень рентабельности от 7,7 до 8,9%, при лучших показателях на сорте Орлан – 646,0 руб/га и 8,9% соответственно.

В условиях финансовой нестабильности наиболее объективным показателем эффективности сортов и приемов интенсификации производства является энергетическая оценка.

Экономическая эффективность новых перспективных сортов ярового ячменя на
1га (2007-2009гг.)

Сорта	Дозы удобрений	Стоимость продукции, руб.	Производственные затраты, руб	Условный чистый доход, руб.	Уровень рентабельности, %
Прерия	без удобрений	5086,7	4471,3	615,4	13,8
	расчётные1	6395,0	5719,3	615,7	11,8
	расчётные2	6523,3	7290,7	-767,4	-
Безенчукский 2	без удобрений	5555,0	4471,3	1083,7	24,2
	расчётные1	7063,3	5719,3	1344,0	23,5
	расчётные2	7005,0	7290,7	-285,7	-
Беркут	без удобрений	6350,0	4471,3	1878,7	42,0
	расчётные1	7891,7	5719,3	2172,4	38,0
	расчётные2	7850,0	7290,7	559,3	7,7
Ястреб	без удобрений	6001,7	4471,3	1530,4	34,2
	расчётные1	7545,0	5719,3	1825,7	31,9
	расчётные2	7875,0	7290,7	584,3	8,0
Орлан	без удобрений	5901,7	4471,3	1430,4	32,0
	расчётные1	8013,3	5719,3	2294,0	40,1
	расчётные2	7936,7	7290,7	646,0	8,9

При расчетах энергетической эффективности сортов ярового ячменя учитывали дополнительные энергетические затраты на производство удобрений, трудовые и материальные ресурсы, связанные с внесением удобрений и уборкой дополнительного урожая.

В среднем за годы исследований наибольшее влияние на аккумуляцию солнечной энергии оказали сорта Беркут, Ястреб, Орлан. В среднем по трём вариантам минерального питания, данные сорта накопили в урожае 24,81-25,63 ГДж/га энергии, что на 4,12-4,94 ГДж (19,9-23,9%) больше, чем по сорту – стандарту (табл. 44).

Энергетическая эффективность новых перспективных сортов ярового ячменя в расчёте на 1га (2007-2009гг.)

Сорта	Дозы удобрений	Энергия, накопленная урожаем, ГДж	Затраты совокупной энергии, ГДж	Коэффициент энергетической эффективности
Прерия	без удобрений	17,56	5,91	2,97
	расчётные1	21,99	9,08	2,42
	расчётные2	22,51	11,67	1,93
	среднее	20,69	8,89	2,33
Безенчукский 2	без удобрений	19,25	5,91	3,26
	расчётные1	24,46	9,08	2,69
	расчётные2	24,20	11,67	2,07
	среднее	22,64	8,89	2,55
Беркут	без удобрений	22,12	5,91	3,74
	расчётные1	27,45	9,08	3,02
	расчётные2	27,32	11,67	2,34
	среднее	25,63	8,89	2,88
Ястреб	без удобрений	20,82	5,91	3,52
	расчётные1	26,28	9,08	2,89
	расчётные2	27,32	11,67	2,34
	среднее	24,81	8,89	2,79
Орлан	без удобрений	20,43	5,91	3,46
	расчётные1	27,71	9,08	3,05
	расчётные2	27,38	11,67	2,35
	среднее	25,17	8,89	2,83

На естественном по плодородию фоне этими сортами аккумулировано 20,43-22,12 ГДж/га энергии. Применение удобрений значительно увеличивало энергию, накопленную в урожае. При внесении расчётных доз удобрений 1 на лучших сортах аккумулировано 26,28-27,71 ГДж/га, при расчётных дозах 2 – 27,32-27,38 ГДж/га.

При наименьших затратах совокупной энергии, израсходованной на возделывание ярового ячменя, наибольший коэффициент энергетической эффективности выявлен на варианте без внесения удобрений – 2,97-3,74, при максимальном показателе на сорте Беркут. На фоне расчётных доз удобрений под урожай зерна 3,0 т/га наиболее высокая оплата энергетических затрат получена по сортам Беркут и Орлан 3,02-3,05. Наибольшие затраты совокупной энергии (при расчётных дозах 2) приводили к получению самого низкого коэффициента энергетической эффективности – 1,93-2,35, при наибольших значениях на сортах Беркут, Орлан и Ястреб – 2,34-2,35.

Таким образом, результаты агроэкологического испытания сортов ярового ячменя по отзывчивости их на факторы интенсификации свидетельствуют о высоком реальном потенциале вновь созданных в институте сортов, превышающем продуктивность ранее районированного сорта Прерия на естественном по минеральному питанию фоне на 9,6-25,9% на удобренных – на 7,5-26,0%, что обеспечивает повышение эффективности и высокую востребованность этих сортов в производстве. При экономической оценке наиболее рентабельным оказалось внесение под яровой ячмень расчётных доз минеральных удобрений под урожай зерна 3,0 т/га, наибольший коэффициент энергетической эффективности получен на варианте без внесения удобрений – 2,97-3,74.

ГЛАВА 6. ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ТЕХНОЛОГИЙ ПОСЕВА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Применение комбинированных почвообрабатывающих орудий и посевных агрегатов является важным элементом современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Их использование в Среднем Заволжье связано со специфичностью природных условий:

- совпадением оптимальных сроков проведения полевых работ при возделывании озимых и яровых культур;
- предельно сжатыми сроками проведения предпосевной обработки почвы и посева;
- ускоренным расходом влаги из посевного слоя в весенний период [206].

В настоящее время в отечественном машиностроении имеется большое разнообразие сельскохозяйственных орудий и агрегатов. Кроме того, вступление России в ВТО способствовало поступлению разнообразных моделей сельскохозяйственных машин зарубежного производства. Однако при этом перед Российским сельхозпроизводителем стала серьезная задача выбора наиболее эффективного и адаптированного комплекса машин, который смог заменить устаревшие в большинстве случаев морально и физически технические средства, применяемые при возделывании зерновых и других сельскохозяйственных культур.

В Самарской области есть два предприятия по производству сельскохозяйственной техники – ООО «Сельмаш» (г. Сызрань) и ЗАО «Евротехника» (г. Самара).

Вся орудия и агрегаты данных предприятий получила положительную оценку при государственном испытании на Поволжской МИС.

Почвообрабатывающие орудия ОПО-4,25 и ОПО-8,5 предназначены для основной минимальной мульчирующей на глубины до 16 см, предпосевной и паровой обработки почвы. Рабочие органы – плоскорезная лапа и

почвоуглубитель (щелерез), зубчатые диски (для основной обработки почвы) и зубовые боронки (для предпосевной и паровой обработки) [281, 314].

Универсальные посевные агрегаты АУП-18.05; АУП-18.07 осуществляют за один проход несколько технологических операций: предпосевную культивацию, внесение удобрений, безрядковый посев, прикатывание и выравнивание почвы. Агрегаты могут с высоким качеством работать как на уплотнённых обработанных мелко и необработанных почвах, так и на отвальных фонах. С хорошим качеством выполняют подготовку почвы по чистым и занятым парам [206, 315].

Культиватор Smaragd с шириной захвата от 3 до 8 метров предназначен для минимальной обработки почвы на глубину до 12 см. Достоинством этого орудия является равномерная работа стрельчатых лемехов на заданную глубину по всей ширине захвата [196, 263].

Пневматическая сеялка DMC Primera-601 осуществляет рядовой посев практически всех семян сельскохозяйственных культур. Каждый долотообразный сошник сеялки имеет индивидуальную параллелограммную подвеску, позволяющую копировать неровности поля. Прочность и надёжность технологических и конструктивных элементов сеялки позволяет использовать её на почвах с различными физико-химическими свойствами и на больших скоростях [149, 263].

В данной главе представлены результаты исследований по изучению систем обработки почвы и технологий посева с применением комбинированных агрегатов и орудий, отечественного и зарубежного производства наиболее часто встречаемые при возделывании зерновых культур в Среднем Заволжье.

Исследования проводились в 1999-2002 гг. в четырёхпольном зернопаровом севообороте: чистый пар – озимая пшеница – яровая пшеница – яровая пшеница.

Схема опыта при возделывании озимой пшеницы включала следующие способы основной обработки и посева: 1. Вспашка (25-27 см) + рядовой посев СЗ-3,6 (контроль); 2. Плоскорезная обработка (10-12 см) + рядовой посев СТС –

6; 3. Минимальная обработка (10-12 см) + рядовой посев DMC Primera 601; 4. Мульчирующая обработка (10-12 см) + разбросной посев АУП-18.05; 5. Мульчирующая обработка (10-12 см) + позднеосеннее рыхление (25-27 см) + разбросной посев АУП-18.05; 6. Без осенней обработки под пар + разбросной посев АУП-18.05; 7. Без осенней обработки под пар + рядовой посев DMC Primera 601.

При возделывании яровой пшеницы и в целом продуктивность севооборота изучалась в 1, 4 и 6 вариантах опыта (табл. 1).

Динамика влажности почвы. Во все годы исследований запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы при возделывании озимой пшеницы с использованием различных комбинированных орудий и агрегатов существенно не различались (табл. 45).

Таблица 45

Динамика запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы при изучении различных систем обработки почвы и технологий посева зерновых культур, мм

Варианты	Сроки отбора проб	Озимая пшеница*	Яровая пшеница**
1. Вспашка ПЛН-5-35 на 25-27 см, посев СЗП-3,6	1	133,5	185,9
	2	177,0	42,0
	3	40,1	-
4. Мульчирующая обработка ОПО-4,25 на 10-12 см, посев АУП 18.05	1	133,5	176,5
	2	177,1	43,8
	3	38,6	-
6. Без осенней обработки пара, посев АУП 18.05	1	126,6	171,2
	2	178,0	32,2
	3	30,3	-

Примечание: *1 срок-перед посевом, 2 срок- весной в период возобновления вегетации, 3 срок- перед уборкой; **1 срок- перед посевом, 2 срок перед уборкой

Ранее было установлено, что при правильном уходе за парами влагозапасы к посеву озимой пшеницы зависят от количества осадков за осенне-весенний период, предшествующий парованию (глава 4).

При изучении машин отечественного и зарубежного производства наименьшие запасы продуктивной влаги перед посевом культуры (103,9-110,6

мм) выявлены в 1999 году, которому предшествовал острозасушливый 1998 год. Наибольшие влагозапасы – 163,6-167,3 мм установлены в 2000 году. Максимальные запасы продуктивной влаги, за исследуемые годы связаны с обильными осадками июля - декабря 1999 года.

При практически одинаковых запасах продуктивной влаги и урожайности культуры не отмечено существенных различий в расходе влаги на единицу продукции на вариантах, идущих по чёрному пару. При возделывании озимой пшеницы по раннему пару (без осенней обработки почвы + посев АУП-18.05) установлено увеличение коэффициента водопотребления по сравнению с другими вариантами на 3,8-6,7 % (рис. 13).

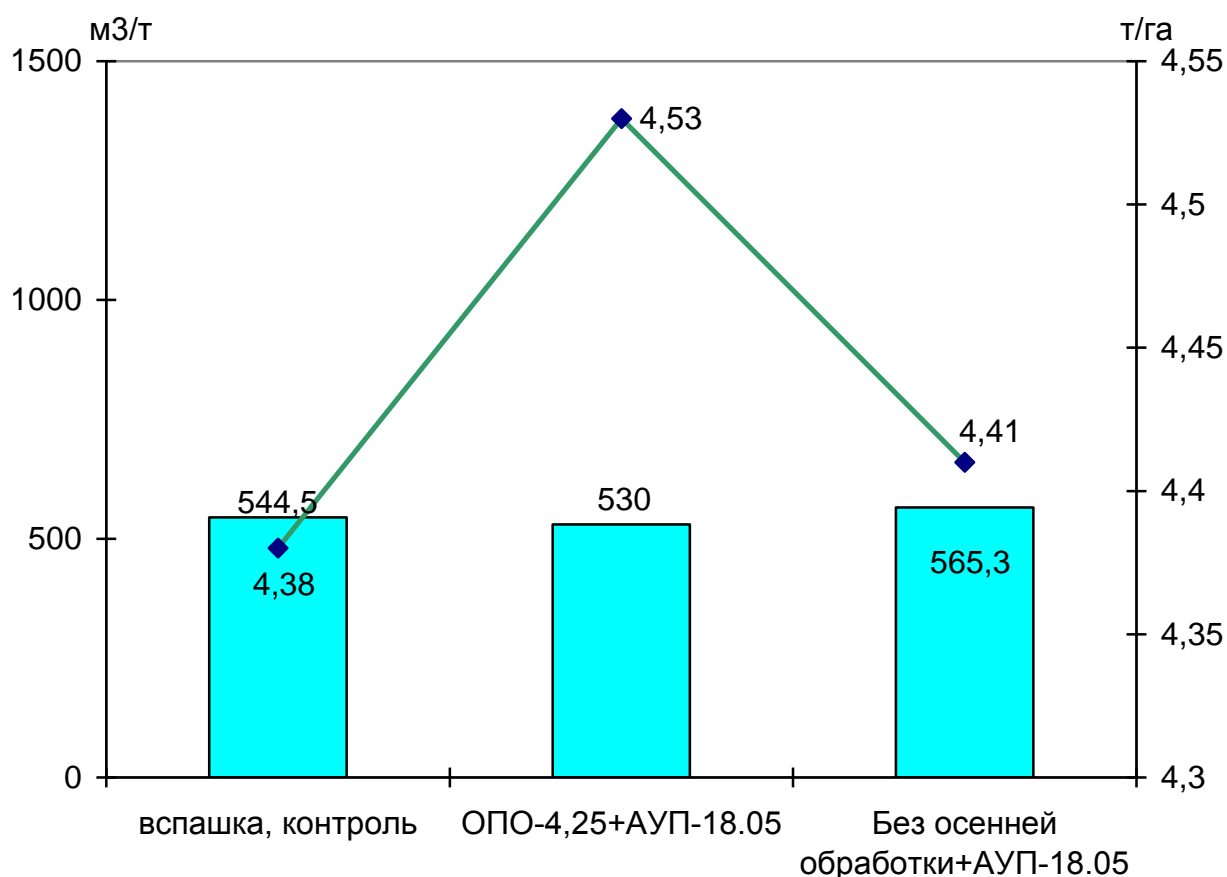


Рис. 13. Коэффициент водопотребления и урожайность озимой пшеницы

Существенное снижение запасов продуктивной влаги в почве, в весенний период на посевах яровой пшеницы при применении ресурсосберегающих систем обработки почвы и технологий посева, по сравнению с традиционной, на

20,5-28,2 мм (11,6-16,6 %) произошло в 2001 году. Однако в данный период запасы влаги в метровом слое почвы на всех вариантах были очень высокими (169,5-197,7 мм), что в итоге не привело к математически доказуемому различию в урожайности культуры.

В среднем за годы исследований запасы продуктивной влаги перед посевом яровой пшеницы по вариантам опыта существенно не изменялись, при наибольших значениях в контроле – 185,9 мм.

Использованием машин ООО «Сельмаш» (ОПО-4,25 + АУП-18.05) обеспечило более рациональный расход влаги на единицу продукции яровой пшеницы – 1232,4 м³/т, что на 4,4-6,3 % меньше, по сравнению с контролем и прямым посевом АУП-18.05 (рис. 14).

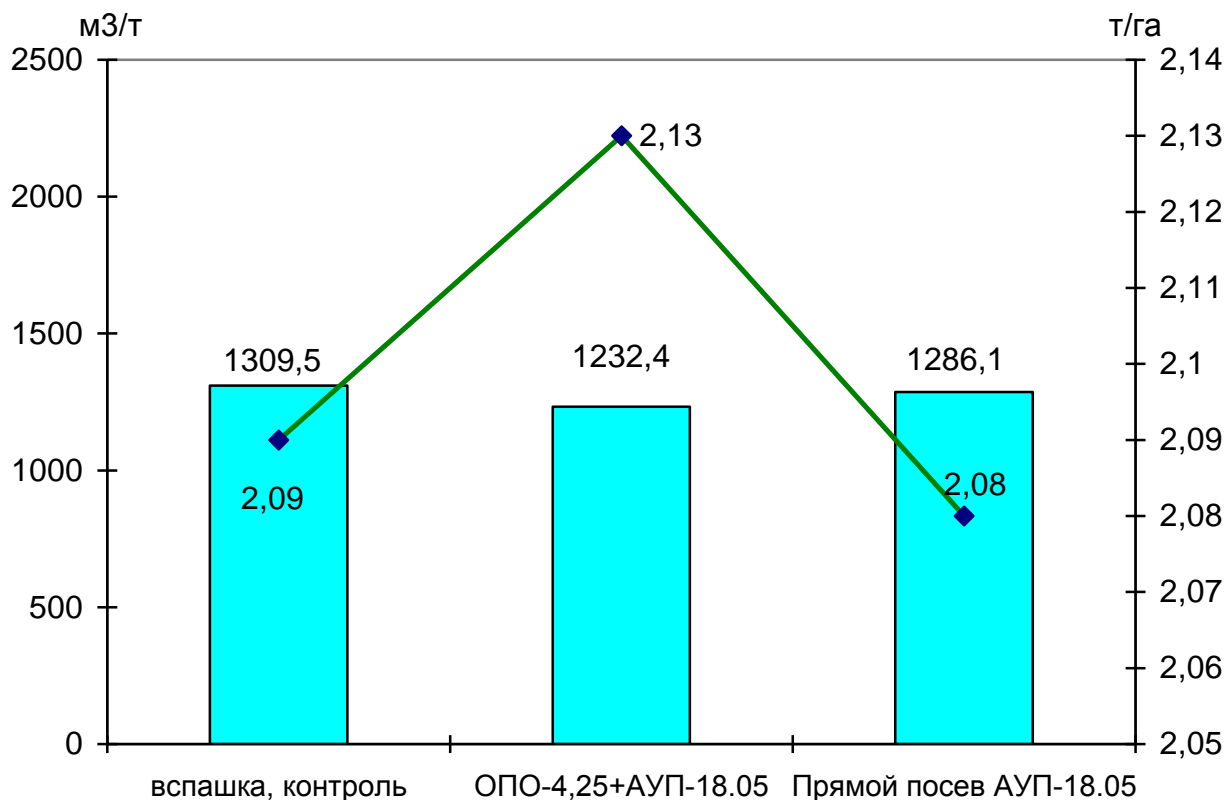


Рис. 14. Коэффициент водопотребления и урожайность яровой пшеницы

Питательный режим почвы. На фоне с применением удобрений при разных системах обработки почвы и технологий посева озимой пшеницы не

наблюдалось существенных различий в обеспеченности её посевов нитратами (табл. 46).

Таблица 46

Содержание подвижных форм питательных веществ в пахотном слое почвы под посевами озимой пшеницы, мг/кг почвы

Варианты	Сроки взятия проб	Содержание доступных питательных веществ		
		NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Вспашка ПЛН-5-35 на 25-27 см, посев СЗП-3,6	1*	17,6	201	191
	2**	33,6	216	207
4. Мульчирующая обработка ОПО-4,25 на 10-12 см, посев АУП-18.05	1	15,6	204	185
	2	30,0	212	209
6. Без осенней обработки пара, посев АУП-18.05	1	19,1	202	191
	2	30,0	229	218

Примечание: *1 - весной, **2 - перед уборкой

Содержание в почве подвижных фосфатов и обменного калия на изучаемых вариантах было очень высоким и в зависимости от испытываемых вариантов также изменялось несущественно.

Аналогичная тенденция, по содержанию доступных питательных веществ в почве при различных системах обработки почвы и технологий посева на фоне с применением удобрений, установлена при возделывании яровой пшеницы. Минимализация и отказ от основной обработки почвы, по сравнению с контролем, не привели к снижению содержания нитратов в почве в течение вегетации.

В пахотном слое почвы, как и при возделывании озимой пшеницы, не установлено существенных различий в содержании подвижных фосфатов и обменного калия по изучаемым технологиям при очень высоких значениях этих макроэлементов (табл. 47).

Засорённость посевов. В посевах озимой пшеницы, благодаря хорошей сороочищающей роли паров и сомкнутости стеблестоя растений на всех

изучаемых вариантах опыта, засорённость посевов сорняками была слабой, и она не оказывала влияния на урожайность культуры.

Таблица 47

Содержание подвижных питательных веществ в пахотном слое под посевами яровой пшеницы, мг/кг почвы (1999-2001гг.)

Варианты	Сроки взятия проб	Содержание доступных питательных веществ		
		NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
По озимой пшенице				
1. Вспашка ПЛН-5-35 на 25-27 см, посев СЗП-3,6	1*	61,1	228,0	223,0
	2**	31,0	230,0	216,0
4. Мульчирующая обработка ОПО-4,25 на 10-12 см, посев АУП 18,05	1	60,1	226,5	225,5
	2	32,4	236,0	215,0
6. Прямой посев АУП 18,05	1	61,6	237,5	234,5
	2	29,3	245,0	227,0
Заключительное поле				
1. Вспашка ПЛН-5-35 на 25-27 см, посев СЗП-3,6	1	57,3	209,0	215,0
	2	35,3	220,0	195,0
4. Мульчирующая обработка ОПО-4,25 на 10-12 см, посев АУП 18,05	1	56,9	230,0	236,5
	2	37,6	239,0	215,0
6. Прямой посев АУП 18,05	1	56,7	226,5	238,0
	2	30,8	235,0	199,0

Примечание: *1 срок-перед посевом, **2 срок- перед уборкой

На посевах яровой пшеницы перед обработкой гербицидами установлена, главным образом за счёт показателей 1999 года независимо от систем обработки почвы и технологий посева, сильная степень засорённости многолетними корнеотпрысковыми сорняками (бодяк, осот и вьюнок полевые) (табл. 48).

Применение послевсходовых гербицидов, в т.ч. баковых смесей против однодольных и двудольных сорняков, способствовало уничтожению малолетних и подавлению многолетних сорняков. В результате количественная засорённость корнеотпрысковых многолетними сорняками к уборке урожая на изучаемых вариантах находилась на среднем уровне.

Динамика засорённости посевов яровой пшеницы при применении разных систем обработки почвы и технологий посева (1999-2002 гг.)

Варианты	Фаза кушения, шт/м ²	Перед уборкой	
		шт/м ²	г/м ²
1.Вспашка ПЛН-5-35 на 25-27 см, посев СЗП-3,6	$\frac{11,3^*}{8,7}$	$\frac{11,8}{3,9}$	18,6
4. Мульчирующая обработка ОПО-4,25, посев АУП 18.05	$\frac{10,9}{6,6}$	$\frac{11,9}{4,3}$	29,4
6. Прямой посев АУП 18.05	$\frac{13,2}{9,0}$	$\frac{12,4}{5,0}$	37,5

* Примечание: в числителе общая засорённость; в знаменателе, в том числе многолетние сорняки

Урожайность, экономическая и энергетическая эффективность.

Ресурсосберегающие технологии возделывания озимой пшеницы с использованием отечественных орудий и агрегатов, в том числе и с отказом от основной обработки паровых полей, не приводили, по сравнению с контролем, к снижению её урожайности (табл. 49).

Таблица 49

Влияние систем обработки почвы и технологий посева на урожайность озимой пшеницы, т/га

Варианты	Годы			среднее
	2000	2001	2002	
1. Вспашка ПЛН-5-35 на 25-27 см, посев СЗП-3,6	3,97	4,12	5,04	4,38
2. Рыхление КПШ-5 на 10-12 см, посев СТС -6	3,81	4,12	4,93	4,29
3. Минимальная обработка Smaragd на 10-12 см, посев DMC Primera 601	4,04	3,23	4,58	3,95
4. Мульчирующая обработка ОПО-4,25 на 10-12 см, посев АУП-18.05	3,95	4,72	4,91	4,53
5. Мульчирующая обработка ОПО-4,25 на 10-12 см, позднеосеннее рыхление ПЧ-4,5, посев АУП-18.05	4,23	4,53	5,30	4,69
6. Без осенней обработки, посев АУП-18.05	3,82	4,45	4,96	4,41
7. Без осенней обработки, посев DMC Primera 601	3,86	3,30	4,34	3,83
НСР ₀₅	0,79	0,56	0,40	0,58

Применение пневматической сеялки DMC Primera 601 на чёрном и раннем пару в благоприятные по увлажнению 2001 и 2002 годы существенно на 24,8-46,1 и 7,6-22,1 % снижало урожайность озимой пшеницы по сравнению с другими вариантами.

В среднем за годы исследований наибольшая урожайность озимой пшеницы установлена на технологиях с применением посевого агрегата АУП-18.05 – 4,41-4,69 т/га.

При применении исследуемых систем обработки почвы и технологий посева яровой пшеницы не выявлено различий в её урожайности, что способствовало выравниванию на вариантах опыта продуктивности зернопарового севооборота (табл. 50).

Таблица 50

Влияние систем обработки почвы и технологий посева на урожайность культур и продуктивность зернопарового севооборота, т/га (1999-2002гг.)

Варианты	Культуры			Продуктивность севооборота
	Озимая пшеница	Яровая пшеница	Яровая пшеница	
1. Вспашка ПЛН-5-35 на 25-27 см, посев СЗП-3,6	4,38	2,15	1,82	2,09
4. Мульчирующая обработка ОПО-4,25 на 10-12 см, посев АУП-18.05	4,53	2,16	1,82	2,13
6. Прямой посев АУП-18.05	4,41	2,09	1,81	2,08
НСР ₀₅	0,58	0,29	0,27	0,38

Применение систем обработки почвы и технологий посева с использованием орудий и агрегатов завода ООО «Сельмаш» обеспечивая одинаковую продуктивность зернопарового севооборота, по сравнению с традиционной системой обработки почвы и технологией посева, способствовало значительной экономии материальных и трудовых затрат. При одинаковой стоимости продукции с традиционной системой, условный чистый доход при возделывании зерновых по ресурсосберегающим системам

обработки почвы и технологиям посева увеличился на 421,4-441,8 руб/га (42,0-44,1 %), уровень рентабельности возрос на 25,5-29,8% (табл. 51).

Таблица 51

Экономическая эффективность производства зерна в зернопаровом севообороте, руб/га (1999-2002гг.)

Показатели	Системы обработки почвы и технологий посева		
	вспашка ПЛН-5-35, посев СЗП-3,6	обработка ОПО-4,25, посев АУП-18.05	прямой посев АУП-18.05
Прямые технические затраты	1545,0	1175,6	1058,1
в т.ч. зарплата	105,9	65,3	58,8
амортизация	492,0	415,7	374,1
текущий ремонт	460,3	442,4	398,2
ГСМ	386,8	252,2	227,0
Производственные затраты	2546,9	2193,5	2088,1
Стоимость продукции	3549,6	3617,6	3532,6
Условный чистый доход	1002,7	1424,1	1444,5
Уровень рентабельности, %	39,4	64,9	69,2

При расчёте энергетической эффективности в опыте также установлена экономия затрат совокупной энергии на вариантах с использованием комплекса орудий и агрегатов ООО «Сельмаш»

При одинаковой энергии, накопленной в урожае, экономия затрат совокупной энергии при современных системах обработки и технологиях посева 1,98-2,58 ГДж/га (18,6-24,3%) способствовала увеличению коэффициента энергетической эффективности на 0,66-0,82, по сравнению с контролем (табл. 52).

Таким образом, на основании проведённых исследований выявлена высокая агроэкологическая и энергетическая эффективность ресурсосберегающих систем обработки почвы и технологий посева зерновых культур.

Энергетическая эффективность производства зерна в зернопаровом севообороте, ГДж/га (1999-2002гг.)

Варианты	Энергия, накопленная в урожае	Затраты совокупной энергии	Коэффициент энергетической эффективности
1. Вспашка ПЛН-5-35 на 25-27 см, посев СЗП-3,6	27,66	10,63	2,60
4. Мульчирующая обработка ОПО-4,25 на 10-12 см, посев АУП-18.05	28,19	8,65	3,26
6. Прямой посев АУП-18.05	27,53	8,05	3,42

Установлены высокие технологические и экономические показатели комплекса машин ООО «Сельмаш» – почвообрабатывающего орудия ОПО-4,25 и универсального посевного агрегата АУП-18.05. Ресурсосберегающие системы обработки почвы и технологий посева с применением этих машин, благодаря менее затратным способам основной обработки, сокращению количества технологических операций при обработке почвы и посеве зерновых культур позволяют существенно снизить, по сравнению с традиционными технологиями возделывания, материальные и трудовые затраты, увеличить условный чистый доход и повысить уровень рентабельности зернопарового севооборота.

ГЛАВА 7. ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА НА ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО, ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

На основании проведённых исследований, представленных в главах 4 и 6, а также исследований по изучению реализации потенциала продуктивности современными сортами зерновых культур, проведённых ранее и частично проанализированных в главе 5, были разработаны технологические системы обработки почвы и посева полевых культур в севопольном севообороте.

Изучались пять технологических систем обработки почвы и посева:

1. Контроль – традиционная система обработки и посева под все культуры севооборота и использованием общепринятой системы машин

2. Дифференцированная 1 – мелкая мульчирующая обработка почвы под зерновые, глубокое рыхление в чистом пару, и под кукурузу, посев – АУП-18.05;

3. Дифференцированная 2 – прямой посев зерновых культур – АУП-18.05, глубокое рыхление под пятую культуру севооборота, обработка общеистребительными гербицидами парового поля;

4. Мелкая мульчирующая обработка почвы под все культуры севооборота, посев – АУП-18.05;

5. Дифференцированная 3 – обработка дисковыми орудиями под зерновые культуры и в пару, глубокое рыхление под пятую культуру севооборота, посев – АУП-18.05, обработка общеистребительными гербицидами парового поля;

Исследования проводились в севопольном севообороте с чередованием культур: чистый пар, озимая пшеница, просо, яровая пшеница, кукуруза (с 2006г. горох + овёс), яровая пшеница, ячмень

Полная схема опыта приводится в таблице 2 (глава 2).

В течение 1999-2011 гг. в стационаре изучалось влияние технологических систем обработки почвы и посева на агрофизические и агрохимические свойства чернозёма обыкновенного, урожайность, экономическую и энергетическую эффективность.

7.1. Агрофизические свойства почвы

Структура почвы. Агрономически ценная структура является важным показателем благоприятных агрофизических свойств суглинистых и глинистых почв.

До середины прошлого века считалось, что плодородие почв зависит в основном от их структурного состояния, которое является синонимом плодородия [46].

С 60 годов прошлого столетия представление о первостепенности структуры в повышении плодородия почв и урожаях стало считаться слишком преувеличенным. Однако и в настоящее время общепризнанным является ведущее значение агрономически ценной структуры, как основы благоприятных агрофизических свойств суглинистых и глинистых почв. Она существенно влияет на рост растений через физиологические условия в почве: плотность, водный и температурный режимы почвы и связанные с ними микробиологическую активность и образование доступных питательных веществ [66, 122, 310, 331].

В настоящее время почвенную структуру по размерам агрегатов подразделяют следующим образом: глыбистая (агрегаты >10 мм); комковато-зернистая или макроструктура (агрегаты – 10-0,25 мм); микроструктура (агрегаты <0,25 мм) [121, 122].

Оптимальные условия водного и воздушного режима создаются в почвах с мелкокомковатой и зернистой структурой. Однако при оценке оптимальных размеров агрегатов не может быть каких-либо единых для всех почвенно-климатических зон размеров. Чем влажнее зона, тем крупнее должны быть

размеры агрегатов, чтобы обеспечить, за счёт более крупных пор, лучшую водо- и воздухопроницаемость, а для заболоченных территорий - и водоотдачу. В засушливых и сухих зонах оптимальные размеры агрегатов уменьшаются. Однако здесь может проявляться другой органический фактор – дефляция пахотного слоя [65, 271].

По данным Д.И. Булова (1970) в засушливых районах на чернозёмных и каштановых почвах наилучшие водно-воздушные свойства создаются при размере комков в верхнем слое от 3 до 0,25 мм [37].

Для оценки структурного состояния почвы С.И. Долгов и П.У. Бахтин (1966) предлагают следующую шкалу: отличное состояние – агрегаты размером от 0,25 мм до 10 мм при воздушно-сухом фракционировании образца составляют более 80%, а при водном расसेве – болеет 70%, хорошее соответственно 80 и 60% и 70-55%, удовлетворительное 60-40% и 55-40%; неудовлетворительное 40-20% в обоих случаях, плохое мене 20% [103].

На структуру почвы оказывает влияние система обработки почвы, внесение органических удобрений, соломы ПКО, возделывание многолетних трав, сидератов и т.д.

По мнению А.Н. Григорова и Н.Н. Лесного (2004) органическое вещество соломы повышает поглотительную и водоудерживающую способность почвы, смягчает разрушение почвенной структуры при механической обработке [94].

Имеющиеся в научной литературе данные по влиянию различных способов, приёмов основной обработки и в целом технологий возделывания на структуру почвы часто противоречивы.

По данным R.Engel (1975), G.Watzke (1984) в процессе длительной распашки, без осуществления мер по сохранению и восстановлению почвенной структуры происходит деградация почв, что приводит к ухудшению их водно-физических свойств, условий роста растений и формирования урожая [442, 455].

В связи с этим на большей части чернозёмов проведение ежегодной вспашки не целесообразно.

Так, по мнению Г.В. Чуварлеевой и др. (2012) на выщелоченном чернозёме Краснодарского Края для уменьшения глыбистости агрегатов и улучшения структуры почвы необходима мульчирующая обработка [131].

На южном чернозёме Саратовского Правобережья минимальные и «нулевые» обработки почвы способствовали более интенсивному структурообразованию, по сравнению со вспашкой [60].

На выщелоченном чернозёме в Воронежской области наиболее предпочтительна комбинированная (отвально-безотвальная) система обработки почвы, которая способствовала большему, структурообразованию. Плоскорезная система обработки почвы на 10-15% сильнее, чем отвальная, разрушает почвенные агрегаты [32].

В исследованиях Ульяновского НИИСХ и Кемеровского СХИ выщелоченный чернозём в Среднем Поволжье и Западной Сибири характеризовался отличным структурным состоянием под влиянием минимальной, отвальной и безотвальной обработки почвы [276, 414].

По данным Г.Н. Черкасова и др., (2011) на структурно-агрегатное состояние чернозёмов оказывает влияние не только способ обработки почвы, но и возделываемая культура [58].

В Среднем Заволжье, по данным большинства учёных, различные способы и глубина основной обработки чернозёма обыкновенного не оказывают существенного влияния на содержание агрономически ценных агрегатов размером от 10 до 0,25 мм [142, 220, 413]. Более того, Г.И.Казаков (2008) считает, что в богарных условиях Среднего Поволжья структурные качества обыкновенного чернозёма мало подвержены изменениям даже при внесении удобрений, возделывании многолетних трав, применении интенсивной технологии или её отсутствии [147].

Учитывая неоднозначность имеющихся в литературе данных, в наших исследованиях была поставлена задача, изучить влияние различных способов и глубины основной обработки почвы парового поля и технологических систем

обработки почвы и посева полевых культур в целом на структурное состояние чернозёма обыкновенного.

Образцы почвы отбирались весной на паровом поле до первой культивации. Для анализа использовался метод сухого просеивания, высоко оцениваемый И.Б. Ревутом (1961) для условий богарного земледелия с невысоким количеством осадков [331]. По его мнению, в таких условиях важнее знать, каков структурный состав почвы при сухом рассеве на ситах, чем определить водопрочность структуры.

В проведённых нами исследованиях, применение современных технологических систем обработки почвы и посева полевых культур в среднем за 2000-2010 гг. не привело к ухудшению структурно-агрегатного состава почвы, по сравнению с традиционной системой. Что согласуется с данными, полученными как на склоновых землях, так и равнинных участках чернозёма обыкновенного [147, 179].

На всех изучаемых вариантах структурное состояние почвы было хорошим (рис. 15, табл. 53, прил. 39).

До первой культивации паров максимальное количество макроструктуры (0,25-10 мм) установлено на варианте с прямым посевом яровых зерновых - 67,5%, что незначительно на 1,2-3,2 % больше абсолютных значений, чем на остальных вариантах.

При анализе зависимости почвенной структуры от осадков во вневегетационный период было установлено, что в условиях выпадения осадков выше нормы (более 295 мм) содержание частиц от 0,25 до 10 мм к срокам наблюдения возрастало до 68,6-70,2%, за счёт сокращения агрегатов > 10 мм. При этом испытываемые технологические системы обработки почвы и посева не оказывали влияния на количество агрономически ценных агрегатов. При количестве осадков меньше среднемноголетних значений (<260 мм) наименьшее содержание макроструктуры отмечено на вариантах с более глубокими осенними обработками пара (1, 2) - 61,4-61,7%.

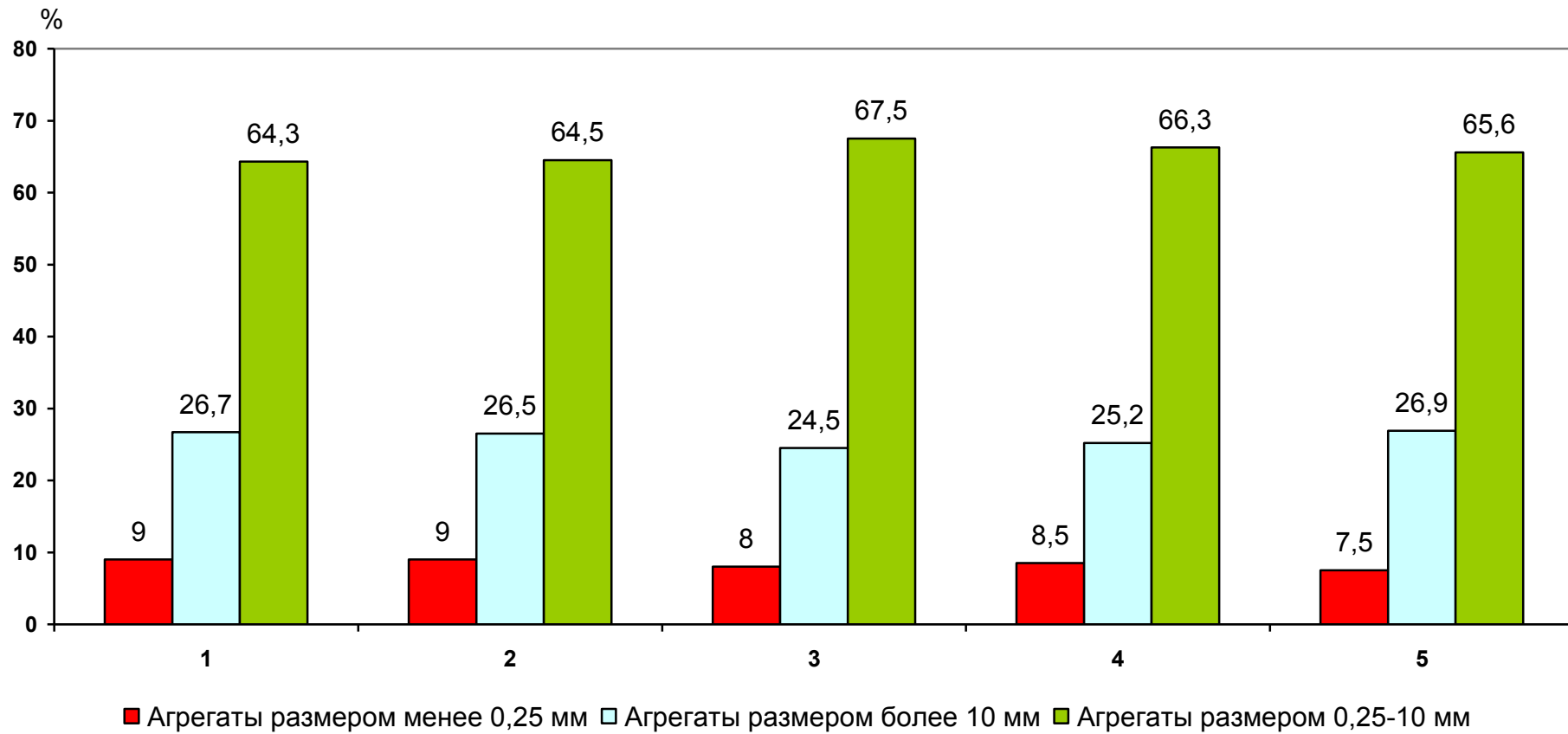


Рис. 15. Агрегатный состав почвы в паровом поле зернопропашного севооборота весной в слое 0-30 см (среднее 2000-2010 гг.)

Агрегатный состав почвы (сухое просеивание) при разных технологических системах обработки почвы и посева культур в пару весной, % (2000-2010гг)

Варианты	Слои почвы, см			
	0-10	10-20	20-30	0-30
Глыбы >10мм				
1	21,3	29,5	29,2	26,7
2	23,1	27,8	28,6	26,5
3	18,5	26,8	28,4	24,5
4	20,3	27,4	28,0	25,2
5	22,7	29,3	28,8	26,9
Агрегаты 0,25-10мм				
1	67,4	62,2	63,3	64,3
2	65,2	64,9	63,4	64,5
3	70,1	66,5	65,7	67,5
4	67,9	65,3	65,6	66,3
5	67,1	64,5	65,3	65,6
микроагрегаты <0,25мм				
1	11,3	8,3	7,5	9,0
2	11,7	7,3	8,0	9,0
3	11,4	6,7	6,0	8,0
4	11,8	7,3	6,4	8,5
5	10,2	6,2	5,9	7,5

Минимальные обработки почвы в чёрном пару и использование раннего пара способствовали увеличению количества агрегатов (0,25-10 мм) в годы, которым предшествовал сухой осенний период на 2,2-4,4% (рис. 16).

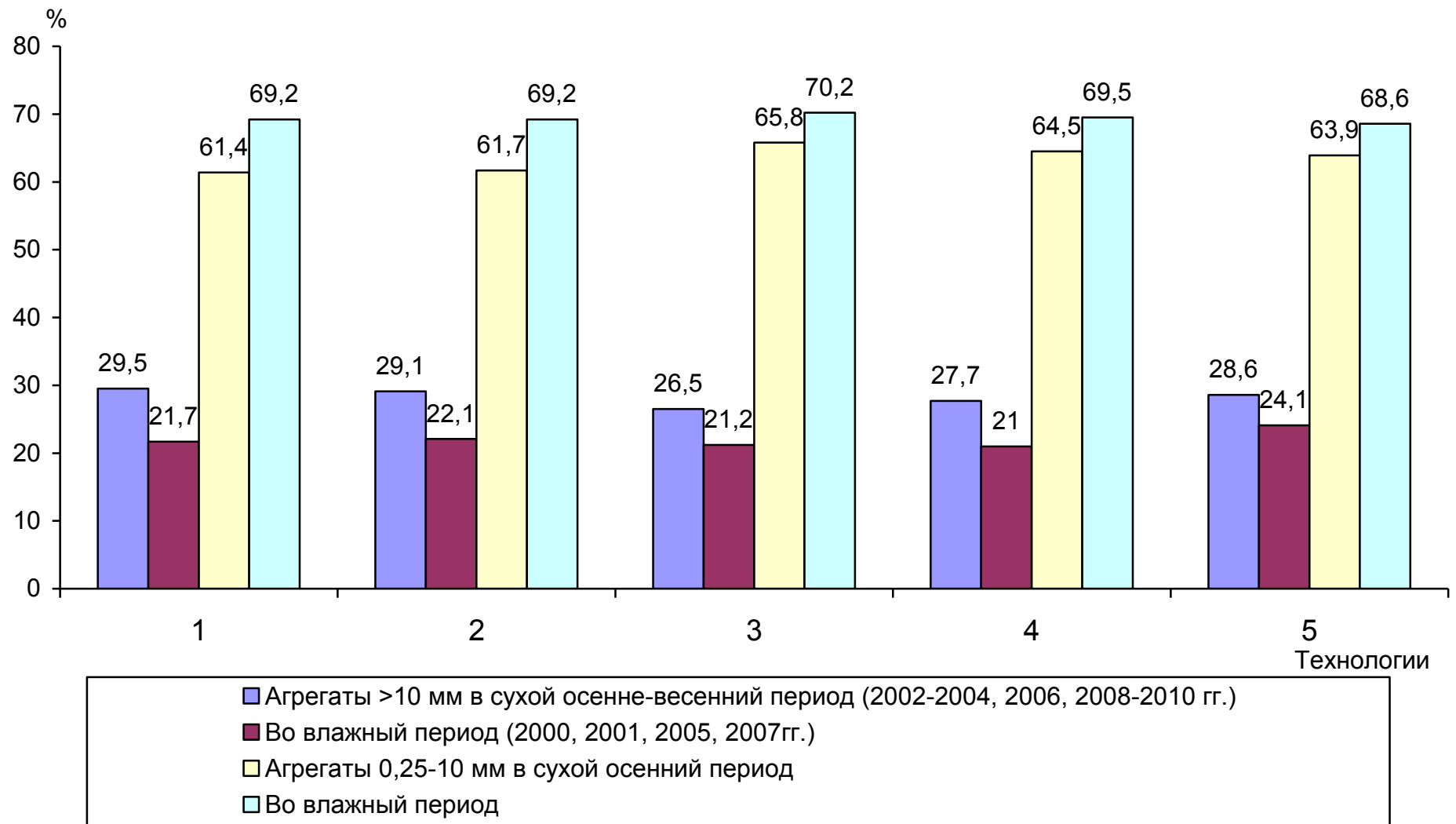


Рис. 16. Агрегатный состав почвы в паровом поле зернопарового севооборота весной в слое 0-30 см в зависимости от осадков осенне-весеннего периода (сентябрь – апрель)

Изменение систем обработки почвы и внесение соломы и ПКО по профилю почвы, не влияло на содержание крупных (глыбистых) фракций. Их количество в пахотном слое, в среднем за годы исследований, при более глубоких осенних обработках составило 24,5-26,9%, при минимальных мульчирующих обработках почвы – 26,5-26,7%. Количество крупных фракций существенно не менялось, как во влажные, так и в сухие годы осенне-весеннего периода.

Одним из важных показателей структурного состояния почвы является содержание частиц размером менее 0,25 мм (микроагрегатов). Их большой удельный вес свидетельствует о распылении почвы и приобретении ею отрицательных бесструктурных свойств.

В наших исследованиях мелкие обработки и отсутствие основной обработки почвы под зерновые культуры не привело к распылению почвы, по сравнению с вспашкой и глубоким рыхлением чизелем под пар.

Наиболее полное представление о соотношении в почве агрегатов различных фракций неодинаковой агрономической ценности дает коэффициент структурности, который выражает отношение макроструктуры (10-0,25 мм) к сумме фракций меньше 0,25 мм и больше 10 мм.

По полученным результатам, четкой закономерности в изменении коэффициента структурности в зависимости от технологических систем обработки пара не прослеживалось. На всех вариантах опыта установлены значительные колебания коэффициента структурности по годам, что было связано с разными погодными условиями, увлажненностью почвы и её плодородием во время проведения основной обработки. При послойном анализе агрегатного состава почвы лучшая её оструктуренность выявлена на всех исследуемых вариантах в слое 0-10 см. Коэффициент 2 и более свидетельствует о высокой структурности данного слоя почвы (прил. 40).

В засушливых условиях Заволжья на паровых полях возможно проявление ветровой эрозии. Исследованиями А.И. Бараева (1988) установлено, что при отсутствии на поверхности поля растительных остатков содержание в

верхнем слое почвозащитных комочков > 1 мм является основным показателем устойчивости почвы к разрушительной силе ветра. При этом комковатость, равная 60%, является допустимым пределом, 50% - крайне допустимым пределом устойчивости почвы к эрозии [21, 311].

В опытах Ф.Г. Бакирова (2005) на южных чернозёмах содержание ветроустойчивых агрегатов (более 1мм) в слое 0-5 см при использовании безотвального рыхления и прямого посева увеличивалось в сравнении с ежегодной вспашкой на 6,58-9,9% [18].

В наших исследованиях, в среднем за годы исследований, количество эрозионно-устойчивых агрегатов в верхнем слое почвы в зависимости от изучаемых технологических систем обработки пара менялось незначительно. Наибольшее содержание фракции > 1 мм выявлено на варианте без основной обработки пара и обработанных осенью дисками (3, 5) - 72,0%, что несущественно на 1,3-3,1% больше, чем количество фракций на остальных испытываемых вариантах (табл. 54).

Таблица 54

Содержание агрономически ценных агрегатов поля весной в верхнем слое почвы при разных технологических системах обработки почвы и посева зерновых культур (2000-2010 гг.), %

Размеры агрегатов, мм	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
Более 1	70,4	70,7	72,0	68,9	72,0
0,25-3	44,1	41,3	47,9	45,9	46,5
3-10	23,3	23,9	22,2	22,0	20,6

При этом на всех испытываемых технологиях верхний слой почвы обладал эрозионной устойчивостью, то есть содержание эрозионно-устойчивых агрегатов больше 1 мм не опускалось ниже 60 %.

Осадки осенне-весеннего периода не оказывали существенного влияния на содержание эрозионно-устойчивых агрегатов в весенний период (рис. 17).

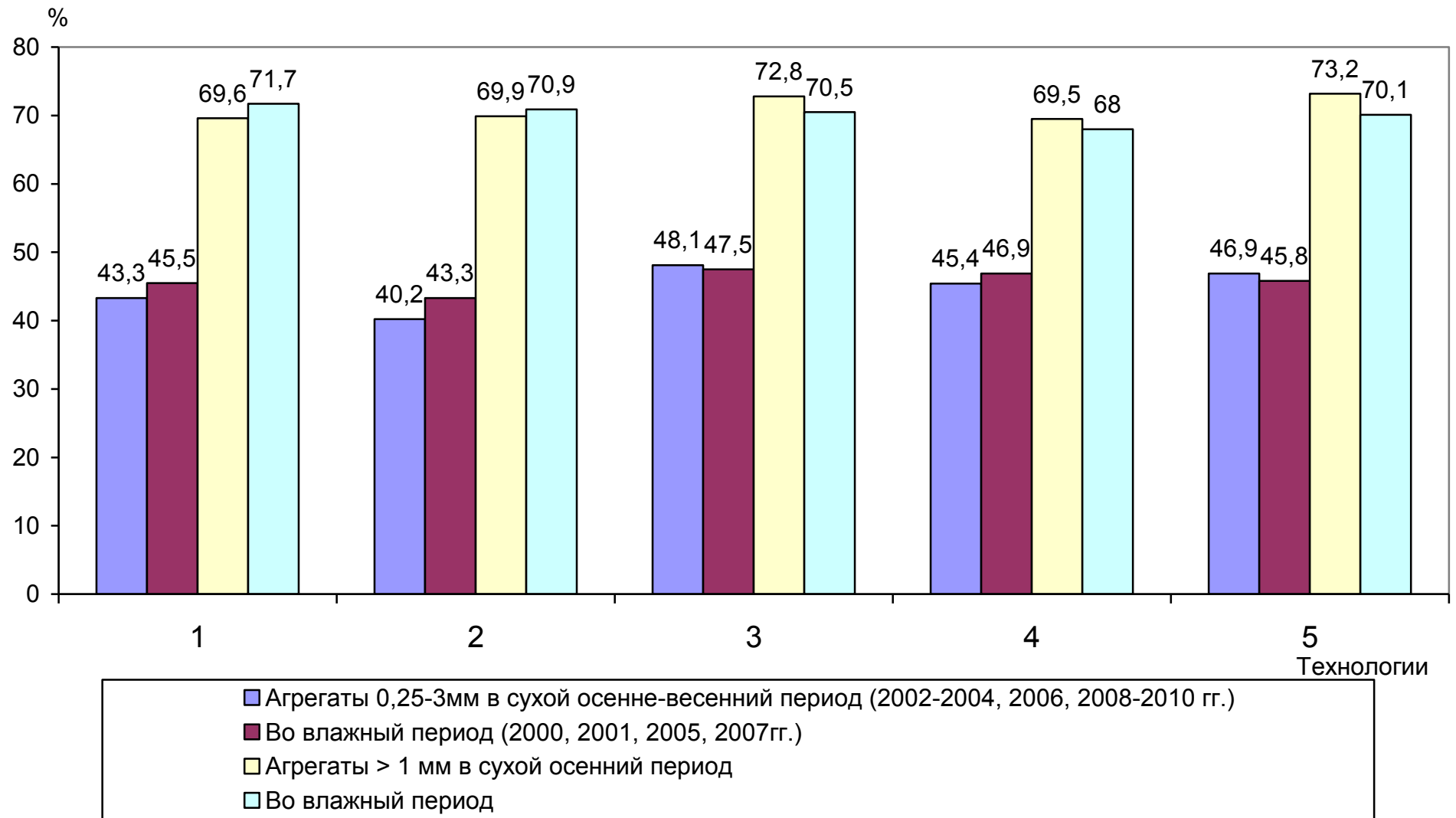


Рис. 17. Агрегатный состав почвы в паровом поле зернопарового севооборота весной в слое 0-5 см в зависимости от осадков осенне-весеннего периода (сентябрь – апрель).

Применение технологических систем с минимальными обработками почвы обеспечило, по сравнению с вспашкой и глубоким рыхлением, увеличение количества структурных комочков размером от 0,25 до 3 мм в верхнем слое почвы на 1,8-6,6%, что способствовало наименьшему расходу влаги на физическое испарение на этих вариантах. Аналогичная тенденция выявлена в годы с пониженным выпадением осадков (менее 260 мм).

В условиях обильного выпадения осадков (> 295 мм) содержание частиц от 0,25 до 3 мм в верхнем слое почвы не изменялось в зависимости от исследуемых технологий возделывания.

По данным Г.И. Казакова (2008), полученным на чернозёмах Среднего Заволжья, размер преобладающих почвенных агрегатов посевного слоя должен приблизительно соответствовать размерам высеваемых семян. В частности, в его опытах наибольшая всхожесть семян зерновых культур получена на почве, имеющей агрегаты 0,25-7 мм, а крупносеменных культур (горох, кукуруза) на почве с агрегатами 3-10 мм [147].

В наших исследованиях применение различных технологических систем обработки почвы и посева полевых культур не снижало количество агрегатов 0,25-7 мм и 3-10 мм, по сравнению с традиционной технологией (табл. 54).

Плотность почвы. Для характеристики физического состояния почвы наряду со структурно-агрегатным составом почвы используются показатели её плотности и пористости. При этом основное и наиболее существенное значение имеет плотность почвы.

В многочисленных исследованиях, проведённых на различных чернозёмах страны, установлено, что для большинства таких почв величины оптимальной для растений и равновесной объёмной массы часто совпадают или изменяются незначительно [113, 122, 221, 352, 411, 435]. Это обстоятельство, считается одним из доводов возможности снижения интенсивности обработки чернозёмных почв и перехода на технологии нового поколения.

В наших исследованиях в весенний период плотность сложения пахотного слоя почвы в большей мере зависела от биологических особенностей

растений и в меньшей от изучаемых технологических систем обработки почвы и посева (табл. 55, прил. 41).

Таблица 55

Плотность почвы в слое 0-30 см весной при разных технологических системах обработки почвы и посева зерновых культур, г/см³ (2000-2010 гг.)

Культуры, поля	Технологические системы обработки почвы и посева					НСР ₀₅
	1	2	3	4	5	
Чистый пар	1,08	1,06	1,03	1,06	1,06	0,055
Озимая пшеница	1,12	1,12	1,07	1,10	1,09	0,056
Горох+ овёс	1,06	1,07	1,04	1,06	1,07	0,054
Ячмень	1,07	1,07	1,04	1,08	1,07	0,052
Среднее	1,08	1,08	1,05	1,08	1,07	0,053

Так под посевами озимой пшеницы, за счёт меньшей влажности и уплотняющего действия на почву хорошо развитой в весенний период корневой системы, почва пахотного слоя была более плотного сложения (1,07-1,12 г/см³), чем на остальных полях (1,03-1,08 г/см³).

Длительное применение современных технологических систем обработки почвы с различными способами заделки соломы и ПКО способствовало разуплотнению почвы, по сравнению с вариантами (глава 4), где изучались способы основной обработки почвы.

Заделка соломы и растительных остатков плугом на 20-22 см практически не оказала влияния на изменение плотности почвы. Мелкое мульчирующее и поверхностное размещение соломы и ПКО на остальных технологиях способствовало разрыхлению почвы на 0,04-0,09 г/см³ (3,7-8,3 %), при наибольших изменениях на варианте, где применялась мелкая безотвальная обработка (рис. 18).

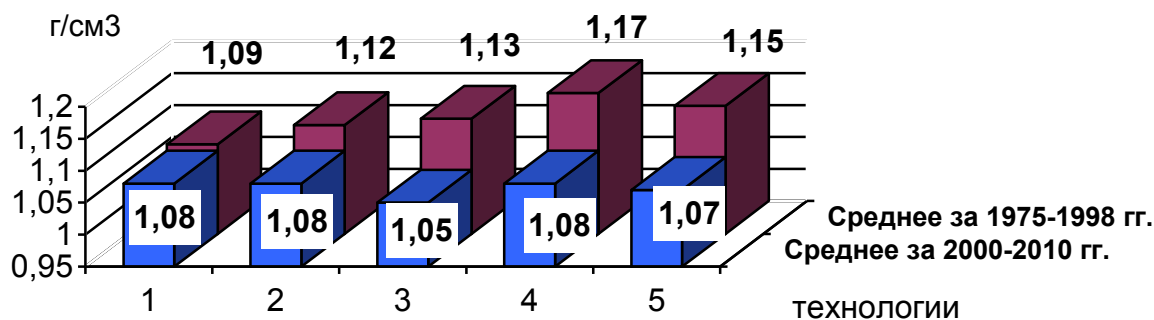


Рис. 18. Изменение плотности почвы (0-30 см) в семипольном зернопаропропашном севообороте

Корреляционный анализ взаимосвязи плотности почвы под посевами озимой пшеницы в весенний период с климатическими условиями, в отличие от опыта, где изучались способы основной обработки почвы (разд. 4.1.) выявил наибольшую взаимосвязь с температурой воздуха за сентябрь-апрель.

На вариантах с ежегодной вспашкой и обработкой чёрного пара дисковым орудием наблюдалась средняя несущественная прямая взаимосвязь между этими показателями ($r=0,41-0,45$). На остальных исследуемых вариантах коэффициент корреляции ($0,64^*-0,69^*$) был достоверным на 5% уровне (прил.42).

Влияние осадков осенне-весеннего периода на плотность почвы было менее значимым. Наибольшая взаимосвязь ($r=0,59$) между признаками установлена на варианте с ранним паром (3).

В годы с положительной температурой воздуха за сентябрь-апрель $> 0,4^{\circ}\text{C}$ плотность сложения почвы в пахотном слое под посевами озимой пшеницы не зависела от технологий систем обработки почвы и посева и составила 1,13-1,17 г/см³, что является близким к оптимальным значениям для роста и развития культуры (1,2-1,3 г/см³) (рис. 19).

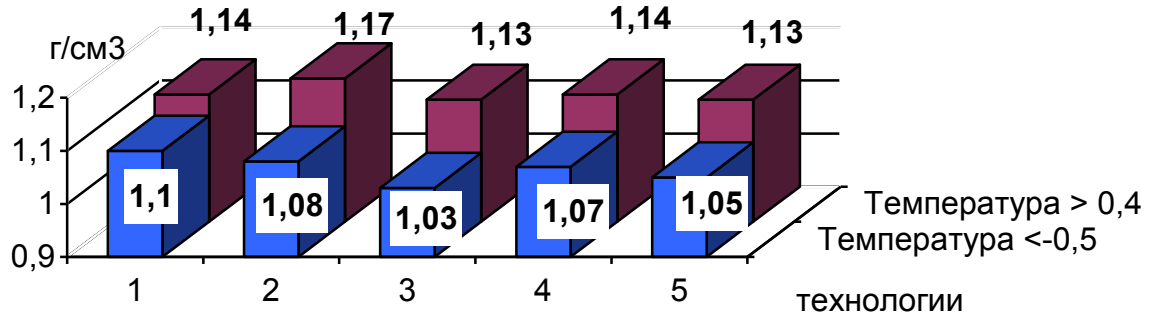


Рис. 19. Плотность почвы (0-30 см) под посевами озимой пшеницы в весенний период в зависимости от температуры сентября-апреля

В годы с понижением температуры в период сентябрь-апрель до отрицательных значений ($\leq -0,5^{\circ}\text{C}$) установлено разрыхление почвы на 0,04-0,10 г/см³ (3,6-9,7%) и существенное (в 1,6-1,7 раза) снижение урожайности, при максимальных изменениях на технологиях, где озимая пшеница возделывалась по раннему пару.

В паровом поле, по сравнению с полем, где возделывалась озимая пшеница, наблюдалась другая зависимость плотности от температуры воздуха за период – сентябрь-апрель (рис. 20).

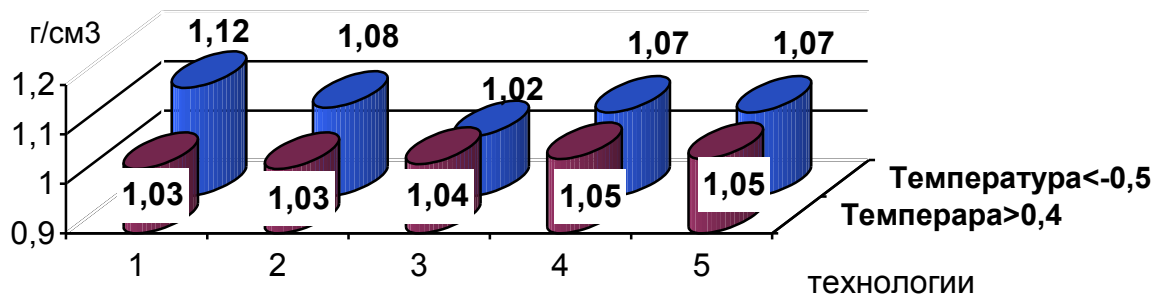


Рис. 20. Плотность почвы (0-30 см) в паровом поле перед 1 культивацией в зависимости от температуры сентября-апреля

В годы с температурой за анализируемый период более $0,4^{\circ}\text{C}$ плотность сложения почвы также, как и на посевах озимой не зависела от применяемых технологических систем обработки почвы и посева, но на вариантах с вспашкой и глубоким рыхлением она была существенно ниже на $0,05-0,09 \text{ г/см}^3$ (4,9-8,7 %), по сравнению со значениями в годы с более низкими температурами ($\leq -0,5^{\circ}\text{C}$) во вневегетационный период.

На вариантах с постоянной мелкой обработкой почвы и при её отсутствии изменения плотности почвы, в зависимости от температуры осенне-весеннего периода были не существенными.

На посевах яровых культур взаимосвязь объёмной массы с климатическими условиями осенне-весеннего периода имела другой характер, по сравнению с полями, описанными выше. Здесь плотность сложения почвы не зависела от температуры воздуха и существенно зависела от осадков весеннего периода. Наиболее тесная прямая взаимосвязь отмечена с осадками за сентябрь - июль, при максимальных значениях ($r=0,61^*-0,75^{**}$) на вариантах с дифференцированной обработкой почвы 1 и 2 (прил. 43).

В проведённых исследованиях установлено, что плотность сложения почвы дифференцирована по профилю почвы.

В паровом поле и под посевами яровых культур самый плотный слой – 20-30 см ($1,08-1,12 \text{ г/см}^3$) в весенний период установлен на вариантах, где проводилась основная обработка на различную глубину. Под посевами озимой пшеницы, возделываемой по чёрному пару, различия между нижними слоями - 10-20 см и 20-30 см по этому показателю были незначительны (табл. 56).

При технологических системах с прямым посевом яровых выявлена обратная зависимость. В период посева яровых зерновых максимальная плотность на варианте 3 отмечена в слоях 10-20 и 20-30см, под посевами озимой пшеницы наибольшее уплотнение выявлено в слое 20-30см.

Определенная тенденция к снижению плотности почвы в слое 20-30 см на варианте с прямым посевом, практически под всеми культурами севооборота, и

под посевами озимой пшеницей на остальных вариантах служит доказательством разуплотнения почвы в необрабатываемых слоях.

Таблица 56

Плотность пахотного слоя почвы весной при разных технологических системах обработки почвы и посева зерновых культур, г/см³ (2000-2010 гг.)

Культуры, поле	Слой почвы, см	Технологические системы обработки почвы и посева				
		1	2	3	4	5
Чистый пар	0-10	1,01	0,99	0,97	0,99	1,00
	10-20	1,09	1,08	1,06	1,08	1,09
	20-30	1,13	1,13	1,06	1,12	1,11
Озимая пшеница	0-10	1,11	1,10	1,04	1,07	1,05
	10-20	1,12	1,12	1,08	1,11	1,10
	20-30	1,12	1,14	1,11	1,12	1,11
Горох + Овёс	0-10	1,02	1,04	1,00	1,03	1,02
	10-20	1,06	1,08	1,06	1,07	1,07
	20-30	1,11	1,10	1,07	1,11	1,11
Ячмень (заключительное поле)	0-10	1,03	1,03	1,00	1,02	0,99
	10-20	1,09	1,08	1,06	1,09	1,07
	20-30	1,10	1,09	1,06	1,12	1,11
Среднее по севообороту	0-10	1,04	1,04	1,00	1,03	1,01
	10-20	1,09	1,09	1,07	1,09	1,08
	20-30	1,12	1,12	1,08	1,12	1,11

За вегетационный период произошло выравнивание плотности почвы в зависимости от изучаемых технологических систем. Однако при этом под посевами озимой пшеницы к уборке урожая почва, как и в весенний период, была более плотного сложения (1,09-1,12 г/см³), чем на остальных полях (1,05-1,10 г/см³) (табл. 57).

Снижение запасов продуктивной влаги в почве способствовало увеличению ее плотности после уборки сельскохозяйственных культур на варианте с прямым посевом в среднем по культурам и севообороту на 0,02-0,04 г/см³ или на 1,9-3,8%. Особенно четко эта тенденция выявлена в слоях 0-10 и 20-30 см (рис. 21).

Плотность почвы в слое 0-30 см осенью при разных технологических системах обработки почвы и посева зерновых культур, г/см³ (2000-2010 гг.)

Культуры, поле	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
Чистый пар	1,06	1,07	1,05	1,06	1,07
Оз. пшеница	1,11	1,12	1,09	1,12	1,09
Горох+ овёс	1,06	1,07	1,10	1,09	1,05
Ячмень	1,08	1,07	1,09	1,08	1,09
Среднее	1,08	1,08	1,08	1,09	1,08

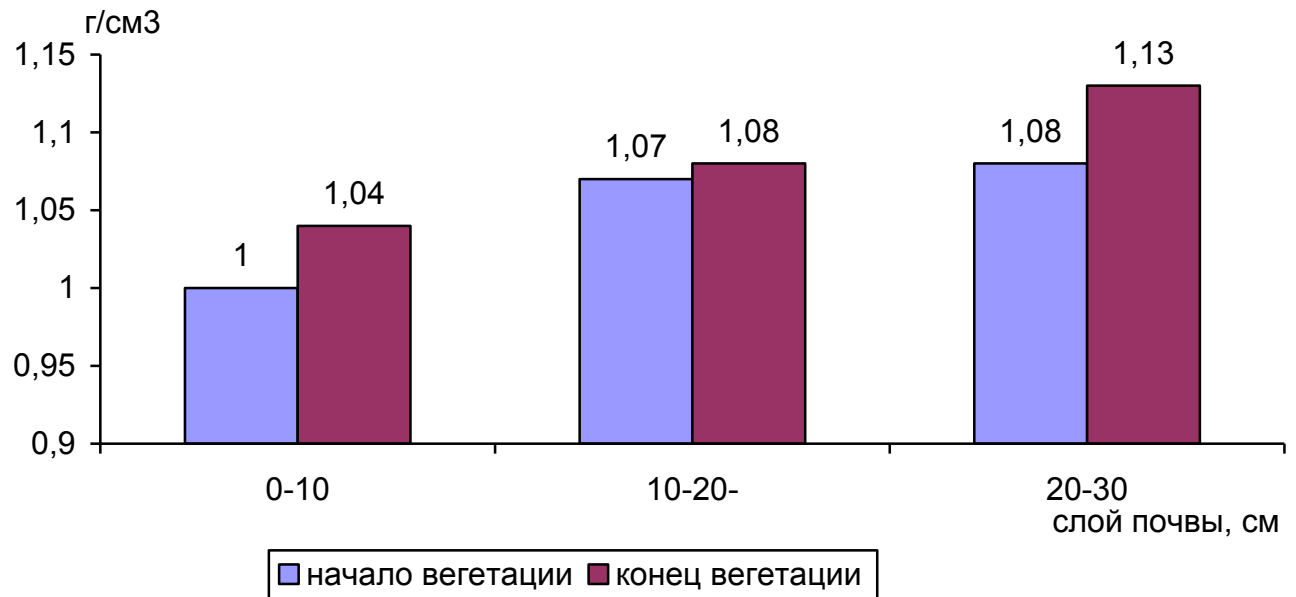


Рис. 21. Послойное изменение плотности почвы на технологической системе с прямым посевом зерновых культур (2000-2010гг.)

На остальных вариантах изменения объёмной массы почвы были незначительными.

В проведённых исследованиях установлена зависимость плотности сложения почвы от ГТК вегетационного периода.

В паровом поле увеличение плотности почвы в годы с более засушливыми условиями за вегетационный период (до 6%) связано с её

уплотнением в необрабатываемом за период парования слое 10-30 см. После уборки озимой пшеницы и горохоовсяной смеси более плотное сложение почвы на варианте с прямым посевом яровых зерновых культур отмечено в благоприятные по увлажнению годы (табл. 58).

Таблица 58

Плотность пахотного слоя почвы осенью при разных технологических системах обработки и посева зерновых культур в зависимости от ГТК, г/см³
(2000-2010 гг.)

Культуры, поля	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
Чистый пар	<u>1,03*</u>	<u>1,05</u>	<u>1,02</u>	<u>1,03</u>	<u>1,07</u>
	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Оз. пшеница	<u>1,09</u>	<u>1,12</u>	<u>1,12</u>	<u>1,09</u>	<u>1,07</u>
	1,12	1,12	1,08	1,13	1,10
Горох+ овёс	<u>1,08</u>	<u>1,09</u>	<u>1,13</u>	<u>1,09</u>	<u>1,06</u>
	1,06	1,06	1,08	1,09	1,05
Ячмень	<u>1,09</u>	<u>1,09</u>	<u>1,10</u>	<u>1,07</u>	<u>1,10</u>
	1,06	1,05	1,07	1,09	1,07
Среднее	<u>1,07</u>	<u>1,09</u>	<u>1,09</u>	<u>1,07</u>	<u>1,08</u>
	1,08	1,08	1,08	1,10	1,08

Примечание *: в числителе среднее за годы с ГТК более 0,75 (2000, 2003, 2006-2008гг.)
в знаменателе среднее за годы с ГТК менее 0,70(2001, 2002, 2004, 2005, 2009, 2010 гг.)

На остальных вариантах плотность почвы после уборки сельскохозяйственных культур практически не зависела от ГТК вегетационного периода. В среднем по севообороту на всех исследуемых технологических системах выявлена аналогичная тенденция.

Для более полной характеристики сложения почвы необходимо, по мнению многих учёных, использовать наряду с объёмной массой показатель общей пористости (суммарного объёма пор в процентах ко всему объёму почвы) [184].

Установлено, что пористость почвы зависит от её механического (гранулометрического) состава и структурного состояния, связана с объёмной массой и в большой мере влияет на водный и воздушный режимы [40, 332].

Для получения высоких урожаев в каждой почвенно-климатической зоне определена своя оптимальная величина пористости. Во влажных районах на тяжёлых почвах с высоким содержанием гумуса она выше, в засушливых районах, на лёгких малогумусированных почвах ниже.

На обыкновенных чернозёмах южной части лесостепи Среднего Заволжья оптимальная общая пористость составляет – 50-60% [37]. По результатам исследований Г.И.Казакова (2008; 2009), полученных на этих же почвах, благоприятная порозность почвы должна быть дифференцирована по глубине пахотного слоя почвы. Над семенным слоем почвы для зерновых культур гороха и кукурузу оптимальная пористость составила – 60-63%, в слое ниже глубины посева для озимой пшеницы и ржи – 51-58%, кукурузу и гороха – 58-62%, яровой пшеницы и ячменя – 54-61% [147, 148].

Дополнительной, но также важной характеристикой сложения почвы является объём пор, занятый водой и поры аэрации.

Для нормального газообмена между почвенным и атмосферным воздухом, по данным С.И.Долгова и С.А. Модиной (1969), пористость её аэрации должна превышать 15% [104]. Для суглинистых почв минимальный объём воздуха в почве составляет 15-20% [124].

В наших исследованиях общая пористость над и под семенным слоем почвы в большей мере зависела от биологических особенностей растений и практически не зависела от изучаемых технологических систем обработки почвы и посева полевых культур.

Под посевами озимой пшеницы общая пористость, за счёт снижения количества пор аэрации, была наименьшей (табл. 59).

В 0-10 см слое почвы она составила – 57,0-59,7%, в 10-30см слое – 56,2-57,4%. На остальных полях порозность колебалась над семенным слоем от 59,7 до 62,4 и в под семенном от 57,0 до 58,9%.

В среднем по севообороту на всех исследуемых вариантах общая пористость была благоприятной для развития сельскохозяйственных растений.

Пористость почвы весной при разных технологических системах обработки почвы и посева зерновых культур (2000-2010), %

Культуры, поля	Показатели	Технологические системы обработки почвы и посева				
		1	2	3	4	5
Чистый пар	общая пористость	<u>60,9</u> 57,5	<u>61,6</u> 57,8	<u>62,4</u> 58,9	<u>61,6</u> 57,4	<u>61,2</u> 57,4
	объём, занятый водой	<u>14,2</u> 18,1	<u>14,6</u> 18,8	<u>15,7</u> 19,5	<u>14,2</u> 18,3	<u>15,4</u> 18,5
	поры аэрации	<u>46,7</u> 39,4	<u>47,0</u> 39,0	<u>46,7</u> 39,4	<u>47,2</u> 39,1	<u>45,8</u> 38,9
Озимая пшеница	общая пористость	<u>57,0</u> 56,6	<u>57,4</u> 56,2	<u>59,7</u> 57,4	<u>58,5</u> 56,6	<u>59,3</u> 57,0
	объём, занятый водой	<u>14,3</u> 16,8	<u>14,1</u> 16,7	<u>14,5</u> 18,7	<u>13,1</u> 15,0	<u>14,3</u> 17,6
	поры аэрации	<u>42,7</u> 39,8	<u>43,3</u> 39,5	<u>45,2</u> 38,7	<u>45,4</u> 41,6	<u>45,0</u> 39,4
Кукурузу (Горох+ овёс)	общая пористость	<u>60,5</u> 57,8	<u>59,7</u> 57,8	<u>61,2</u> 58,5	<u>60,1</u> 57,8	<u>60,5</u> 57,8
	объём, занятый водой	<u>13,5</u> 16,4	<u>14,2</u> 17,2	<u>14,4</u> 18,3	<u>13,6</u> 16,8	<u>13,5</u> 17,8
	поры аэрации	<u>47,0</u> 41,4	<u>45,5</u> 40,6	<u>46,8</u> 40,2	<u>46,5</u> 41,0	<u>47,0</u> 40,0
Ячмень (закл. поле)	общая пористость	<u>60,1</u> 57,4	<u>60,1</u> 57,8	<u>61,2</u> 58,9	<u>60,5</u> 57,0	<u>61,6</u> 57,8
	объём, занятый водой	<u>13,4</u> 17,0	<u>14,3</u> 17,5	<u>15,2</u> 18,9	<u>14,6</u> 17,6	<u>14,9</u> 18,5
	поры аэрации	<u>46,7</u> 40,4	<u>45,8</u> 40,3	<u>46,0</u> 40,0	<u>45,9</u> 39,4	<u>46,7</u> 39,3
Среднее	общая пористость	<u>59,6</u> 57,3	<u>59,7</u> 57,4	<u>61,1</u> 58,4	<u>60,2</u> 57,2	<u>60,7</u> 57,5
	объём, занятый водой	<u>13,9</u> 17,1	<u>14,3</u> 17,6	<u>15,0</u> 18,9	<u>13,9</u> 16,9	<u>14,5</u> 18,1
	поры аэрации	<u>45,7</u> 40,2	<u>45,4</u> 39,8	<u>46,1</u> 39,5	<u>46,3</u> 40,3	<u>46,2</u> 39,4

Примечание: в числителе – в слое 0-10см
в знаменателе – в слое 10-30 см

Сопротивление пенетрации почв. Дополнительной характеристикой агрофизических свойств почвы является показатель – сопротивление пенетрации почв («твёрдость почвы»).

По данным отечественных и зарубежных учёных оптимальное для сельскохозяйственных культур сопротивление пенетрации пахотного слоя почвы составляет от 0,5 до 1,8 МПа [39, 147].

По данным А.М. Лыкова (1982) для зерновых культур при влажности почвы 18-25% твёрдость почвы не должна превышать 0,5-0,8 МПа в начальные фазы развития и 2,0-2,5 МПа в середине вегетации [235].

По данным зарубежных авторов J. Lhotský (1984), F. Zrubes (1998), C. Betz (1998) критическое значение сопротивления пенетрации почв среднесуглинистого состава находится в пределах 2-3 МПа [450, 452, 454].

Сопротивление пенетрации, в большей мере, чем плотность сложения почвы зависит от влажности почвы, гранулометрического и агрегатного состава почвы.

По данным Е.В. Шеина и др. (2007) на песчаных и хорошо структурированных почвах по мере высыхания почвы наблюдается максимум сопротивления пенетрации при влажности, близкой к 0,5-0,6 НВ. При дальнейшем иссушении показатель уменьшается, за счёт распада почвы на отдельные песчинки или агрегаты. В бесструктурной почве сопротивление пенетрации возрастает при уменьшении влажности практически линейно [292].

По результатам исследований Г.И. Казакова (2008) в Среднем Заволжье оптимальная величина твёрдости почвы для растений сохраняется в засушливых условиях при влажности почвы около 70% от НВ и выше. При уменьшении влажности, твёрдость резко повышается и при ВУЗ и ниже она достигает 50 кг/см^2 (5,0 МПа) и выше [147].

Оптимальная твёрдость в Среднем Заволжье на чернозёме обыкновенном, по данным Г.И. Казакова (2008; 2010), должна быть дифференцирована по глубине пахотного слоя. До 10 см она должна быть низкой 0,8-1,3 кг/см^2 (80-130 КПа). В слое 7-30 см при влажности 0,7 от НВ оптимальная твёрдость составляет для кукурузы 5,2-7,2 кг/см^2 (520-720 КПа), гороха, яровой пшеницы и ячменя – 7,0-9,9 кг/см^2 (700-990 КПа) [147, 149].

В наших исследованиях в среднем за годы исследований сопротивление корнеактивного слоя почвы (0-60 см) в весенний период (после посева яровых зерновых) не выходила за пределы значений 1400 КПа (табл. 60).

Таблица 60

Сопротивление пенетрации почвы в слое 0-60 см при разных технологических системах обработки почвы и посева зерновых культур (2007-2010гг.), КПа

Культуры, поля	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
Чистый пар	842	872	1292	1238	1310
Озимая пшеница	1779	1734	1707	1831	1830
Просо	870	1164	1323	1286	1306
Яровая пшеница	1022	1146	1335	1317	1375
Горох + Овёс	984	1110	1167	1409	1272
Яровая пшеница	1199	1273	1346	1353	1340
Ячмень	1198	1285	1389	1464	1406
Среднее по севообороту	1128	1226	1366	1414	1406

На посевах озимой пшеницы (фаза кущения) наименьшее сопротивление пенетрации почвы, связанное с более высокими запасами продуктивной влаги, выявлено на варианте с отказом от осенней обработки почвы. На остальных вариантах разница в показаниях пенетromетра была незначительной. Не отмечено значительных изменений сопротивления пенетрации почвы в зависимости от технологий систем обработки почвы и посева яровых зерновых культур.

При послойном анализе сопротивления почвы после посева яровых культур отмечено более рыхлое сложение почвы при традиционной технологии в слое 0-10 и 0-30 см, что подтверждает большую роль послепосевного

прикатывания для прорастания семян на этом варианте, по сравнению с испытываемыми технологиями (рис. 22, 23, прил. 44).

На вариантах с постоянной мелкой и дифференцированными обработками в севообороте показатели сопротивления почвы возрастали в верхнем слое в 2-3 раза. Наиболее оптимальные значения в пахотном слое почвы под посевами яровых зерновых отмечены при дифференцированной обработке 1 – 940 КПа.

В слое 30-60 см в период посева ранних яровых зерновых сопротивление пенетрации почвы не превышало предельных оптимальных значений для развития и роста растений. При этом не установлено значительных изменений сопротивления почвы в зависимости от изучаемых технологических систем.

При уменьшении запасов продуктивной влаги в почве во время вегетации сельскохозяйственных культур выявлено увеличение сопротивления пенетрации почв. Во влажные 2007 и 2008 годы, в течение всей вегетации, независимо от изучаемых вариантов показатели не превышали предельных значений для роста и развития культур 2,0-2,5 МПа (табл. 61).

Особенно сильно сопротивление пенетрации возрастало в годы с недостаточным количеством осадков за весенне-летний период (2009, 2010 гг.), когда независимо от технологий данный показатель к уборке превышал 3,5 МПа.

К концу парования наиболее благоприятные значения в пахотном слое почвы 861-975 КПа для осеннего развития озимой пшеницы установлены на вариантах с ежегодной вспашкой и дифференцированной обработкой почвы в севообороте 1. К уборке озимой пшеницы существенное увеличение сопротивления пенетрации в корнеактивном слое (0-60 см) выявлено на варианте с постоянной мелкой обработкой почвы в севообороте 2133 КПа, что на 194-311 КПа (10,0-17,1 %) выше остальных вариантов. После уборки яровых зерновых и в среднем по севообороту наиболее оптимальное сопротивление пенетрации в слое 0-60 см установлено в контроле и при дифференцированной обработке соответственно 1484-1622 КПа и 1488-1589 КПа.

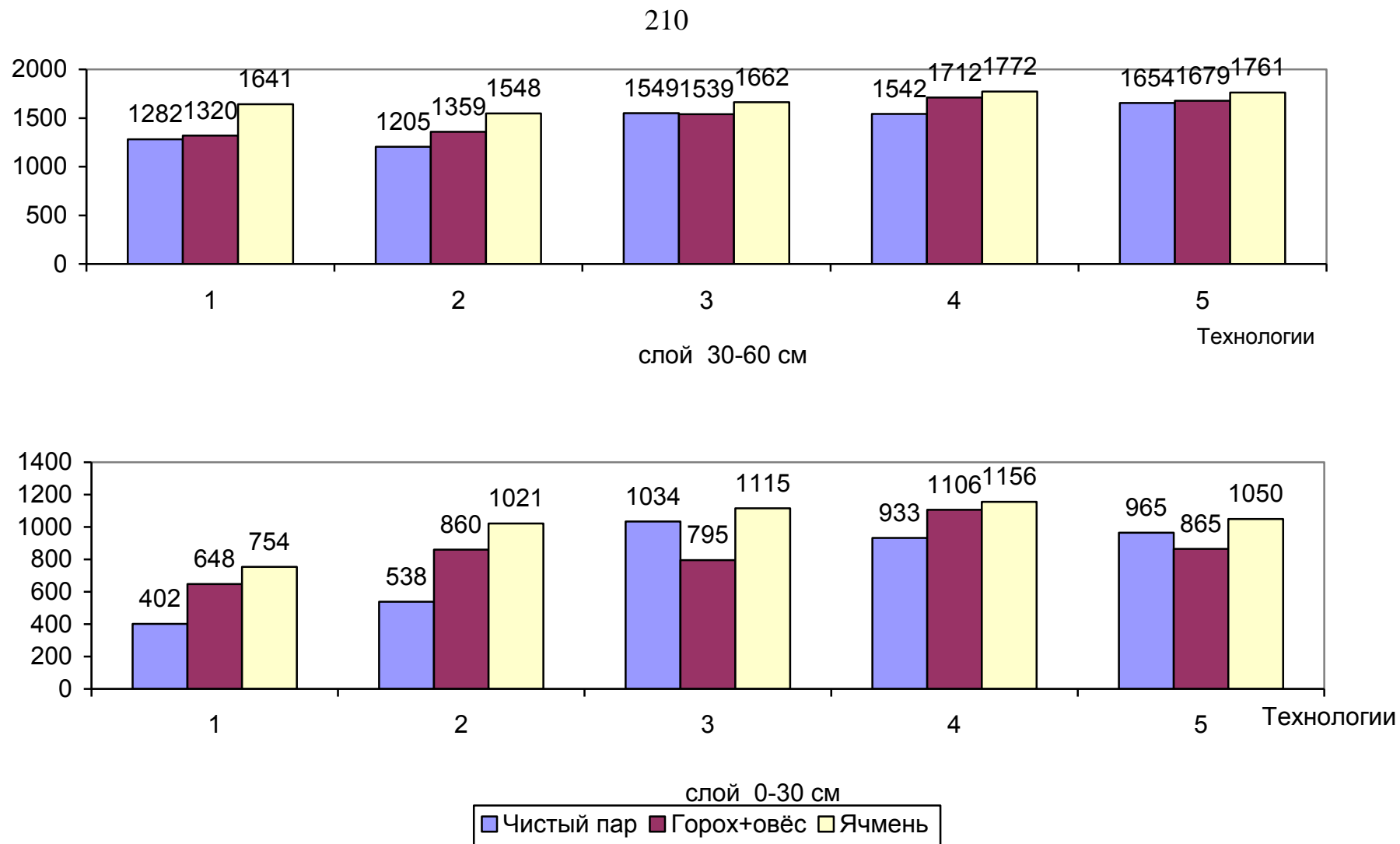


Рис. 22. Послойное сопротивление пенетрации почвы при разных технологических системах обработки почвы и посева в полях севооборота, КПа (2007-2010 гг.)

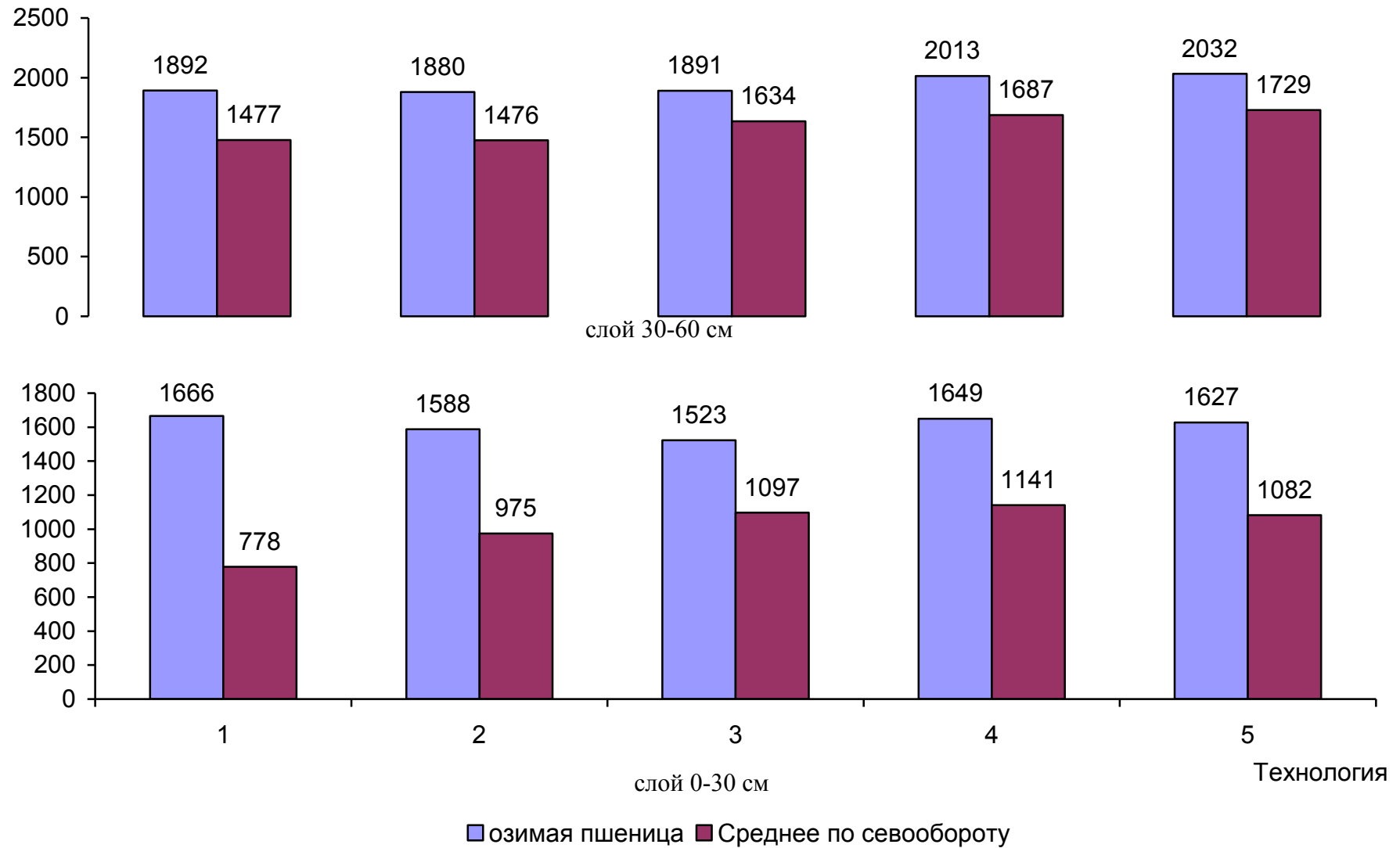


Рис. 23. Послойное сопротивление пенетрации почвы при разных технологических системах обработки почвы и посева озимой пшеницы и в среднем по севообороту, КПа (2000-2010 гг.)

Сопротивление пенетрации почвы осенью при разных технологических системах обработки почвы и посева зерновых культур (2007-2008г.), КПа

Культуры, поля	Слои почвы, см	Технологические системы обработки почвы и посева				
		1	2	3	4	5
Чистый пар	0-30	975	861	1042	1201	1094
	0-60	1161	1108	1293	1455	1350
Озимая пшеница	0-30	1521	1806	1564	2018	1563
	0-60	1822	1907	1875	2133	1939
Яровые зерновые	0-30	1166	1391	1451	1519	1376
	0-60	1484	1622	1726	1780	1642
Среднее по севообороту	0-30	1189	1375	1408	1545	1362
	0-60	1488	1589	1679	1784	1650

Таким образом, применение современных технологических систем обработки почвы и посева полевых культур не снижает содержание макроструктуры (10-0,25 мм) в пахотном слое, по сравнению с традиционной технологией. При этом на варианте с прямым посевом яровых зерновых наблюдается наибольшее содержание агрегатов размером 3-0,25 мм в верхнем слое почвы, что обеспечивает наименьшие потери влаги на испарение. Современные технологические системы обработки почвы и посева полевых культур не увеличивают, по сравнению с традиционной, плотность сложения и не изменяют пористость почвы. При применении всех технологических систем сопротивление пенетрации 0-60 см слоя почвы в период посева яровых зерновых не выходило за пределы оптимальных значений – до 1400 КПа для развития растений, при этом на варианте со вспашкой отмечено очень рыхлое сложение почвы в слое 0-10см, что подтверждает более высокую роль послепосевного прикатывания для прорастания семян на этом варианте, по сравнению с испытываемыми технологиями. К концу вегетации, особенно в годы с недостаточным количеством осадков, независимо от испытываемых технологических систем обработки и посева происходило увеличение сопротивления пенетрации почвы.

7.2. Водный и питательный режимы почвы

Как уже говорилось ранее (раздел 4.1.) в Среднем Заволжье, особенно степной его части, одним из основных факторов, влияющих на величину и качество урожая сельскохозяйственных культур, является влага.

Для улучшения водного режима почвы в данном районе необходимы меры по накоплению и сохранению осадков в корнеобитаемом слое, снижению потерь воды на испарение и сток.

Исходя из этого, все приёмы обработки почвы и их сочетание и другие технологические операции при возделывании яровых и озимых культур должны быть, направлены на продуктивное использование атмосферных осадков [4].

К приёмам по накоплению в засушливых условиях влаги в почве можно отнести: введение севооборотов с чистыми парами, увеличение водопроницаемости почвы и прекращение стока воды по поверхности

По многолетним данным Самарского НИИСХ, запасы продуктивной влаги в почве перед посевом озимых по чистому пару в метровом слое почвы составляли 100-120 мм, а по занятым – 30-38 мм. В засушливые годы, количество которых в степном Заволжье составляет более 50%, запасы влаги по занятым парам достигают критического уровня (ниже 20 мм в пахотном слое) и не позволяют получать полноценные всходы озимых [290].

Для снижения потерь воды на физическое испарение необходимо создание оптимальных агрофизических параметров, выравнивание и мульчирование поверхности поля.

Исходя из вышеизложенного, выявление приёмов и способов обработки и в целом технологий возделывания культур, способствующих более полному усвоению почвой осадков, выпадающих в холодный период года, лучшему накоплению и сбережению влаги для растений в более глубоких слоях, снижению её непроизводительных потерь имеет в засушливых районах Среднего Заволжья очень большое значение.

В наших исследованиях, в среднем за годы исследований, не выявлено преимущества перед устойчивым замерзанием почвы, традиционной технологии в запасах продуктивной влаги перед технологическими системами с дифференцированными и минимальной обработкой почвы в севообороте. Данная тенденция прослеживалась, как на посевах озимой пшеницы, так и на полях идущих под посев яровых культур.

Наилучший водный режим на анализируемых полях севооборота установлен на варианте без осенней обработки и размещением измельчённой соломы и ПКО на поверхности почвы. В среднем по севообороту запасы продуктивной влаги здесь составили – 87,3 мм. На других технологических системах обработки почвы и посева анализируемый показатель снижался на 12,5-20,3 мм (16,7-30,3%) (табл. 62).

Таблица 62

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед устойчивым замерзанием при разных технологических системах обработки почвы и посева, мм (1999-2009 гг.)

Культура, предшественники	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
Чистый пар (ячмень)	57,7	67,8	83,4	62,9	67,7
Озимая пшеница	92,4	95,9	109,0	93,3	100,6
Горох + овес (яровая пшеница)	57,3	63,2	74,6	63,3	67,5
Ячмень (яровая пшеница)	60,5	61,1	82,0	65,2	63,5
Среднее по севообороту	67,0	72,0	87,3	71,2	74,8

Применение современных технологических систем обработки и размещением измельченной соломы и ПКО в верхнем слое почвы не ухудшало, по сравнению с контролем, водный режим в почве и в весенний период (табл. 63, прил. 45).

Снижение абсолютных показателей запасов продуктивной влаги, по сравнению с опытом, где изучались способы основной обработки почвы (глава

4), связано с более поздним отбором почвенных проб в течение вегетации (всходы яровых культур).

Таблица 63

Весенние запасы продуктивной влаги в метровом слое при разных технологических системах обработки почвы и посева полевых культур, мм (2000-2010 гг.)

Культура, поля	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
Чистый пар	77,6	82,4	94,9	80,9	84,5
Озимая пшеница	94,1	96,3	120,5	104,4	106,3
Горох + овес	78,9	87,2	100,1	90,1	92,2
Ячмень (заключительное поле)	81,2	78,0	105,8	86,7	84,3
Среднее по севообороту	83,0	86,0	105,3	90,6	91,9

Максимальное количество влаги в период всходов яровых зерновых выявлено на варианте без осенней обработки почвы. Улучшение водного режима в почве здесь происходило, главным образом, за счет больших запасов остаточной влаги в осенний период и незначительного улучшения усвоения осадков вневегетационного периода на 0,7-2,8% (рис. 24).

На вариантах с постоянной минимальной и дифференцированной 3 обработками в севообороте увеличение запасов продуктивной влаги в почве, по сравнению с контролем, при равном усвоении осадков вневегетационного периода, происходило за счёт больших запасов остаточной влаги в осенний период.

Как и в предыдущем опыте (глава 4) в исследованиях установлена существенная прямая сопряжённость запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы на вариантах с более глубокими обработками почвы с осадками осенне-зимнего периода. Однако, учитывая, что количество лет с большим количеством осадков за осенне-зимний период в степном Заволжье не

превышает 15-20 %, роль ежегодных глубоких обработок в увеличении влагообеспеченности обыкновенных чернозёмов невелика (табл. 64).

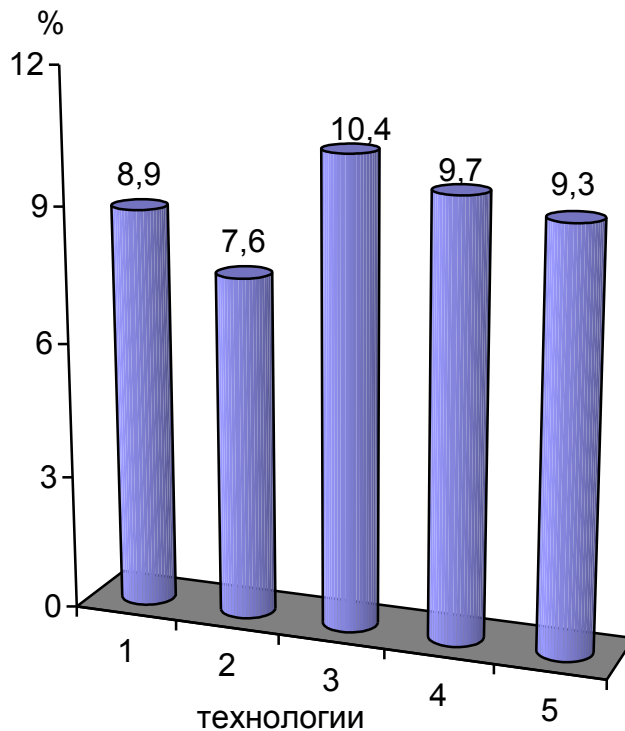


Рис. 24. Усвоение осадков в осенне-зимний и ранневесенний период в слое 0-100 см при разных технологических системах обработки почвы и посева полевых культур (2000-2010 гг.).

В среднем по севообороту запасы продуктивной влаги на технологии с прямым посевом яровых зерновых составили 105,3 мм, что на 13,4-19,3 мм (14,6-22,4%) выше технологий с дифференцированными 1 и 3 и постоянной мелкой обработкой почвы в севообороте и на 22,2 мм (26,9 %) больше, чем при традиционной технологии.

На вариантах с ресурсосберегающими технологиями систем обработки почвы и посева отмечено улучшение водного режима почвы, по сравнению с традиционной, как в пахотном, так и в подпахотном слоях.

Существенная корреляционная взаимосвязь продуктивной влаги в метровом слое почвы в период посева со средообразующими факторами и запасами влаги в пахотном слое (2000-2010 гг.)

Показатели	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
Озимая пшеница					
1. Запасы продуктивной влаги (0-30см)	0,43*	0,22	0,85**	0,92**	0,89**
2. Осадки сентября-августа	0,52*	0,31	0,37	0,69*	0,70*
3. Осадки сентября-апреля	0,58**	0,26	0,48*	0,40	0,02
Яровая пшеница (посо)					
1. Запасы продуктивной влаги (0-30 см)	0,82**	0,76**	0,80**	0,60**	0,77**
2. Температура сентября-ноября	-0,44*	-0,16	-0,40	-0,33	-0,16
3. Температура сентября-апреля	-0,45*	-0,13	-0,24	-0,20	-0,36
Яровая пшеница (6 поле)					
1. Запасы продуктивной влаги (0-30 см)	0,76**	0,66**	0,85**	0,67**	0,86**
2. Осадки сентября-апреля	0,33	0,23	0,30	0,32	0,45*
2. Температура сентября-апреля	-0,29	-0,45*	-0,25	-0,14	-0,21
Овёс					
1. Запасы продуктивной влаги (0-30 см)	0,65**	0,63**	0,91**	0,63**	0,74**

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Применение минимальных обработок почвы под пар, способствовало увеличению запасов продуктивной влаги на посевах озимой пшеницы, по сравнению с более глубокими обработками (1, 2) в пахотном слое на 3,6-9,2 мм (13,0-33,6 %) и что особенно важно для развития озимых в весенне-летний период в подпахотном слое на 4,2-16,8 мм (6,1-25,3%) (рис. 25).

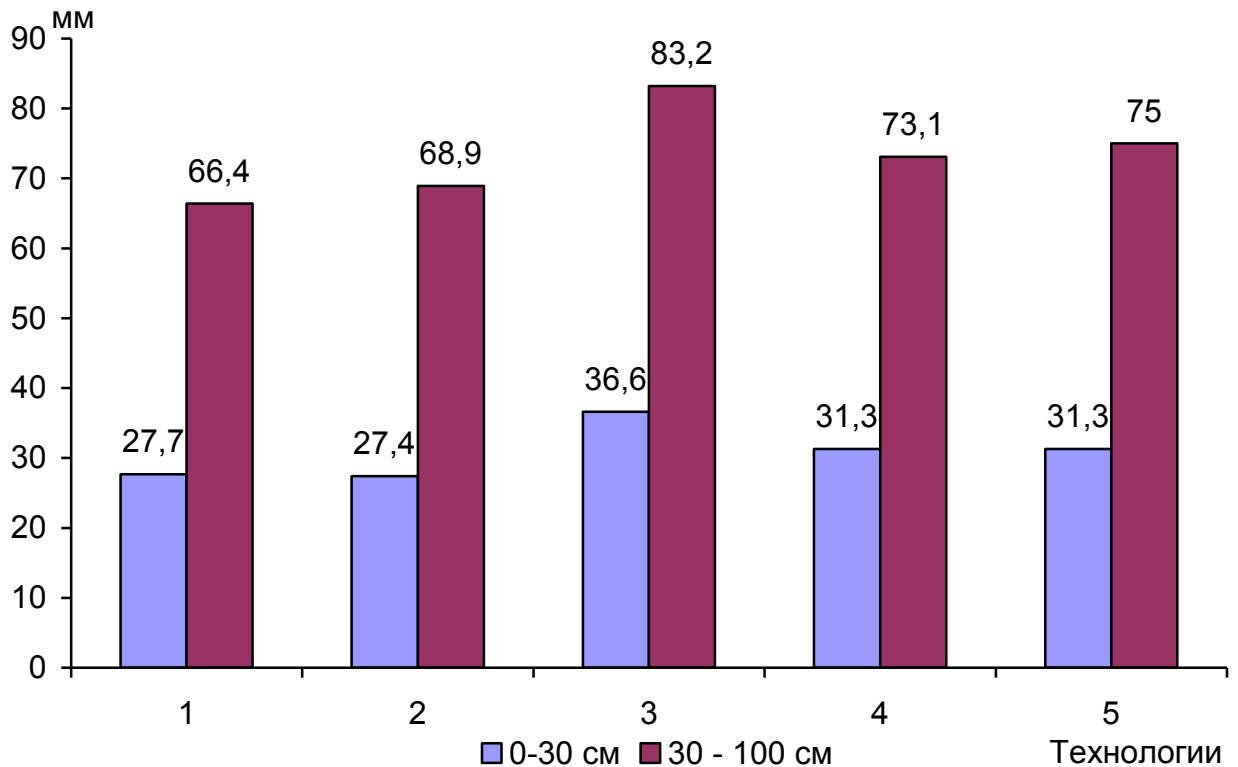


Рис. 25. Послойное распределение запасов продуктивной влаги в слое 0-100 см весной при разных технологических системах обработки почвы и посева озимой пшеницы, мм (2000-2010 гг.).

Под посевами озимой пшеницы и в среднем по севообороту, большие запасы продуктивной влаги в верхнем (0-30 см) на 13,5-31,6 % и нижних слоях почвы (30-100 см) на 14,9-24,2 % при отказе от основной обработки почвы (3 вар.), по сравнению с другими вариантами, связаны с более высоким содержанием почвенных агрегатов в верхнем слое размером 0,25-3 мм и уменьшением вследствие этого непроизводительных потерь влаги на испарение (рис. 26).

На остальных вариантах запасы продуктивной влаги в слое 30-100 см при разных технологических системах обработки почвы и посева полевых культур практически не изменялись. В пахотном слое почвы наименьшие запасы влаги в среднем по севообороту установлены в контроле – 23,7 мм, что на 1,1-7,5 мм (4,6-31,6%) меньше вариантов с минимальными обработками.

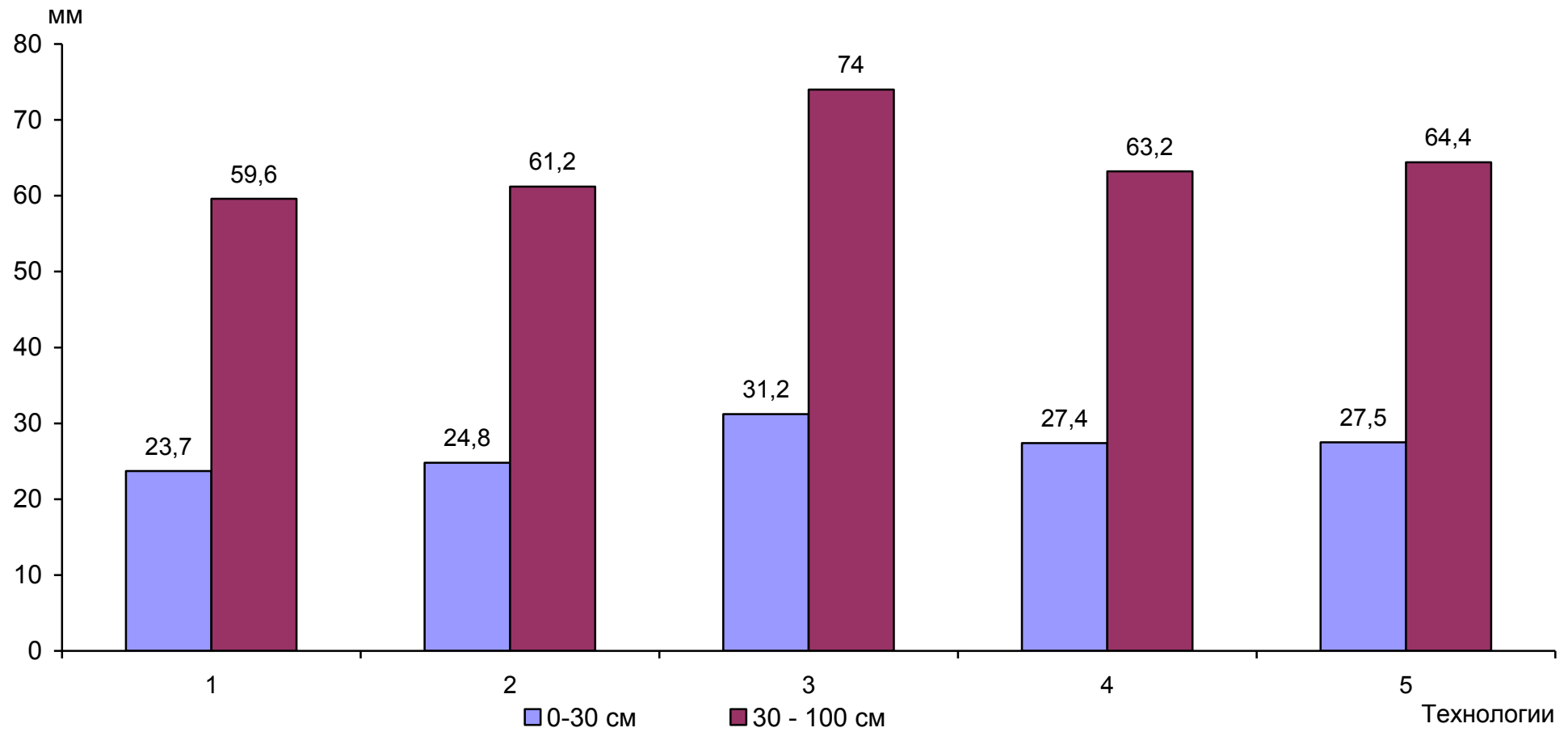


Рис. 26. Послойное распределение запасов продуктивной влаги в слое 0-100 см весной при разных технологических системах обработки и посева в среднем по севообороту (2000-2010 гг.).

При анализе запасов продуктивной влаги в зависимости от осадков вневегетационного периода наибольшее количество влаги в период посева яровых зерновых выявлено на варианте без осенней обработки в разные по увлажнению осенне-весенние периоды (табл. 65).

Таблица 65

Весенние запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы при разных технологических системах в зависимости от осадков сентября - апреля, мм (2000-2010 гг.)

Культуры, поля	Технологические системы обработки почвы и посева					НСР ₀₅
	1	2	3	4	5	
Чистый пар	<u>68,1</u>	<u>76,6</u>	<u>88,1</u>	<u>76,6</u>	<u>81,4</u>	<u>12,25</u>
	83,1	85,7	98,1	83,4	86,3	11,74
Оз. пшеница	<u>101,3</u>	<u>108,7</u>	<u>124,0</u>	<u>115,7</u>	<u>119,3</u>	<u>15,92</u>
	90,0	89,3	118,6	98,0	98,9	12,29
Горох+ овёс	<u>78,4</u>	<u>81,1</u>	<u>93,1</u>	<u>90,0</u>	<u>86,6</u>	<u>13,82</u>
	79,2	90,7	104,2	90,2	95,3	12,16
Ячмень	<u>82,9</u>	<u>81,8</u>	<u>113,5</u>	<u>91,6</u>	<u>91,4</u>	<u>14,73</u>
	80,3	75,8	102,9	83,8	80,2	12,90
среднее	<u>82,7</u>	<u>87,1</u>	<u>104,7</u>	<u>93,5</u>	<u>94,7</u>	<u>14,18</u>
	83,2	85,4	106,1	88,9	90,2	12,27

Примечание: в числителе среднее за влажные, более 295мм осадков (2000, 2001, 2005, 2007 годы); в знаменателе среднее за сухие менее 260 мм (2002-2004, 2006, 2008-2010 годы)

В годы с недостаточным количеством осадков (менее 260 мм) большие запасы остаточной влаги в осенний период и улучшение усвоения осадков вневегетационного периода обеспечило на этом варианте достоверное увеличение запасов продуктивной влаги, по сравнению с другими изучаемыми вариантами, по культурам на 8,9-29,3 мм (9,3-32,8 %) и в среднем по севообороту на 15,9-22,9 мм (17,6-27,5 %).

В годы с количеством осадков во вневегетационный период выше нормы, различия в запасах продуктивной влаги снижались. В среднем по севообороту существенное снижение запасов влаги 17,6-22,0 мм (20,2-26,6 %), по сравнению с вариантом прямого посева яровых зерновых, установлено в контроле и на варианте с дифференцированной обработкой 1.

Лучший водный режим почвы, на технологиях без осенней обработки, обеспечил наибольшие запасы влаги и в осенний период. В период посева озимой пшеницы преимущество в запасах продуктивной влаги, по сравнению с другими вариантами составило 14,5-26,4 мм (18,3-39,3 %). В среднем по севообороту запасы влаги при технологии с прямым посевом яровых зерновых составили 42,5 мм. На остальных технологических системах исследуемый показатель снижался на 11,4 - 17,0 мм (26,8-40,0%) (табл. 66).

Таблица 66

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, после уборки зерновых культур при разных технологических системах обработки почвы и посева, мм (2000-2010 гг.)

Культура, поля	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
Чистый пар	67,2	77,9	93,6	76,3	79,1
Озимая пшеница	16,9	15,4	27,1	17,0	17,1
Горох + овес	8,5	8,7	26,2	14,2	16,6
Ячмень (заключительное поле)	9,3	8,2	23,2	10,2	11,7
Среднее по севообороту	25,5	27,6	42,5	29,4	31,1

Улучшение водного режима, по сравнению с контролем, на варианте с ранним паром не обеспечило увеличения урожайности озимой пшеницы. За весенне-летний период вегетации культуры здесь установлен наибольший расход влаги на единицу площади – 2076 м³/га, что существенно на 119-138 м³ (6,1-7,1%) выше вариантов с вспашкой и глубокой обработкой чёрного пара.

Более рациональный расход влаги на единицу урожая установлен при дифференцированной обработке 1 в севообороте – 912 м³/т, что на 41-48 м³/т (4,5-5,3 %) меньше показателей с постоянными обработками в севообороте (1, 4). Наибольший расход влаги на единицу продукции при возделывании

пшеницы по раннему пару обеспечил максимальный коэффициент водопотребления – 1077 м³/т (рис. 27).

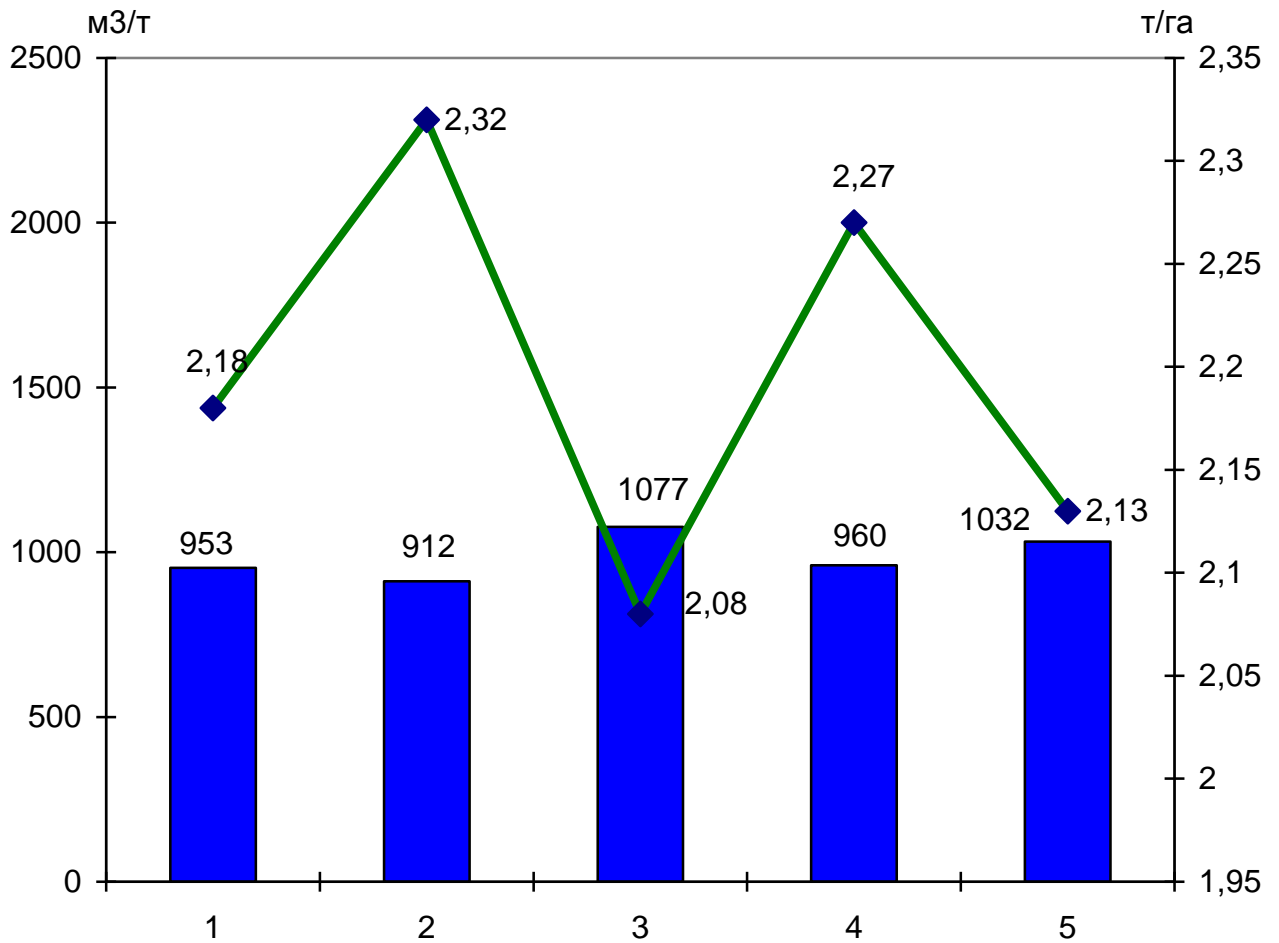


Рис. 27. Коэффициент водопотребления и урожайность озимой пшеницы при разных технологических системах обработки почвы и посева

В проведённых исследованиях установлено влияние количества осадков за вегетационный период на коэффициент водопотребления озимой пшеницы.

В годы с количеством осадков меньше среднемноголетнего значения влага расходовалась более рационально, чем во влажные. При этом самое экономное водопотребление, как и в целом за все годы исследований, отмечено на варианте с дифференцированной обработкой 1 – 802 м³/т, что на 50-97 м³ (6,2-12,1%) меньше, чем на других изучаемых вариантах (табл. 67).

При лучшем водном режиме в годы с влажным вегетационным периодом, за счёт увеличения непроизводительных потерь, наибольший коэффициент водопотребления установлен на варианте без осенней обработки – 1280 м³/т. На

вариантах с постоянной вспашкой, минимальной и дифференцированной обработкой 1 в севообороте расход влаги на единицу урожая озимой пшеницы изменялся незначительно и составил – 1030-1044 м³/т.

Таблица 67

Коэффициент водопотребление озимой пшеницы при разных технологических системах обработки почвы и посева в зависимости от количества осадков вегетационные периоды, м³/т (2000-2010гг.)

Вегетационные периоды	Технологии				
	1	2	3	4	5
Влажные*, среднее количество осадков 184,9 мм	1040	1030	1280	1044	1179
Сухие*, среднее количество осадков 85,3 мм	869	802	899	874	852

Примечание*: влажные (2000, 2003, 2004, 2007, 2008 годы)
сухие (2001, 2002, 2005, 2006, 2009, 2010 годы)

В заключительном поле севооборота за период вегетации яровых зерновых культур лучший водный режим почвы на варианте с прямым посевом способствовал наибольшему расходу влаги – 1934 м³, что на 89-113 м³ (4,8-6,2%) выше вариантов с дифференцированными обработками 1 и 3 почвы в севообороте и вспашкой. Однако более высокий расход влаги способствовал получению наибольшего урожая в заключительном поле севооборота. В результате расход влаги на единицу продукции в зависимости от изучаемых технологических систем обработки почвы и посева изменялся несущественно от 1095 до 1149 м³/т (рис. 28).

В заключении можно сделать вывод, что современные технологические системы с минимальными, дифференцированными обработками почвы и прямым посевом яровых зерновых улучшают условия влагообеспеченности зерновых культур, по сравнению с традиционной технологией. Более экономное расходование влаги на единицу продукции озимой пшеницы обеспечивает вариант с дифференцированной обработкой почвы 1 в

севообороте. При возделывании яровых зерновых культур коэффициент водопотребления не изменялся в зависимости от изучаемых технологических систем обработки почвы и посева.

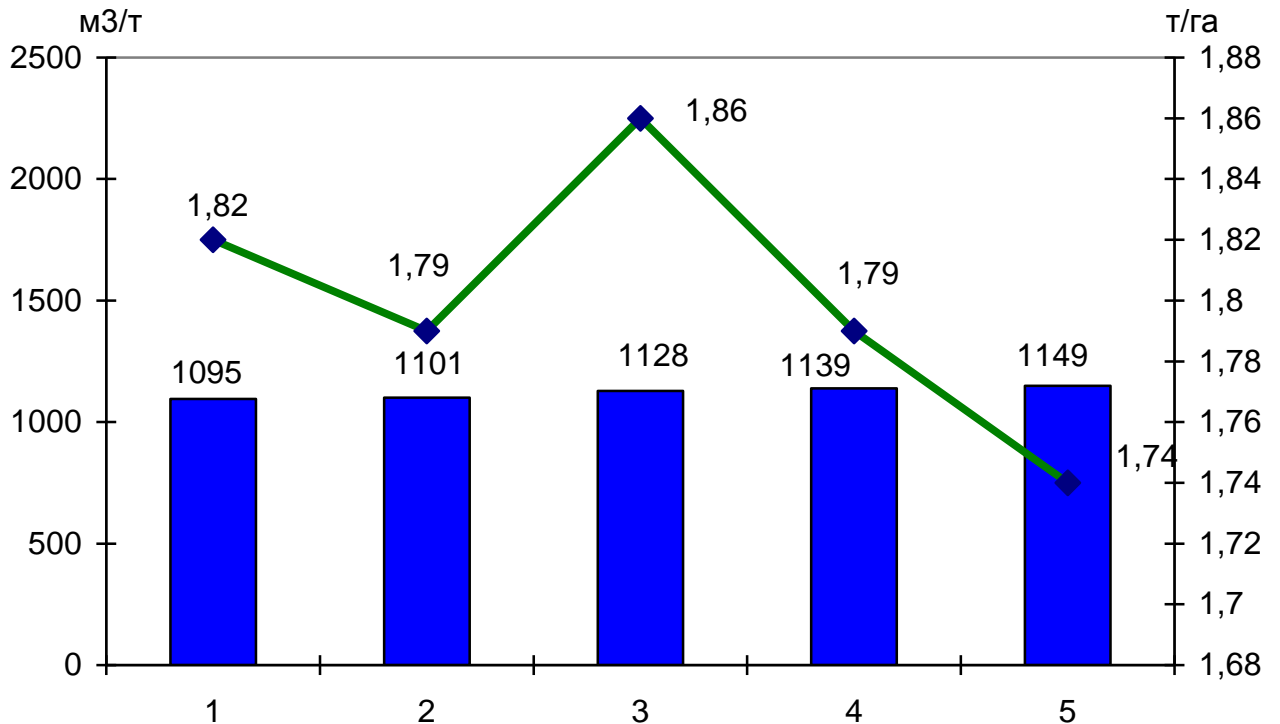


Рис. 28. Коэффициент водопотребления и урожайность яровых зерновых при разных технологических системах обработки почвы и посева

Питательный режим почвы. Как было сказано ранее (раздел 4.2), в 20 веке были получены весьма противоречивые результаты различных исследований по изучению влияния систем обработки почвы на её пищевой режим, и в целом на плодородие. Однако в последующем, при системном подходе к применению ресурсосберегающих обработок, установлено, что новые технологии, основанные на минимальных, дифференцированных и комбинированных системах обработок почвы, не только экономят ресурсы, но и в большей степени, чем традиционные, отвечают требованиям природоохранного земледелия. Они меняют сложившиеся представления о путях воспроизводства почвенного плодородия, ориентированные в прошлом преимущественно на использование больших доз органических и минеральных удобрений. Технологии, основанные на минимальных, комбинированных и

дифференцированных системах обработки, в сочетании с использованием соломы в качестве органических удобрений, положительно влияют на баланс гумуса в почве [153, 187, 188, 405, 427].

Исходя из ресурсного обеспечения сельского хозяйства, основой воспроизводства почвенного плодородия в настоящее время должны стать биологические приёмы и способы решения проблемы (полное использование имеющихся в хозяйстве органических удобрений, посев сидератов, использование пожнивных посевов, применение соломы в качестве удобрения). Исследований по этим вопросам в Среднем Заволжье проводилось недостаточно.

В наших исследованиях длительное применение технологических систем с минимальных мульчирующих и дифференцированных обработок почвы в севообороте с применением в качестве удобрений измельченной соломы и ПКО создавало благоприятные условия для сохранения влаги, снижения температуры поверхности почвы способствовало усилению деятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов в верхней части пахотного слоя. Однако усиление разложения растительных остатков в верхней части обрабатываемого слоя способствовало возникновению недостатка азотного питания, вследствие иммобилизации минеральных форм азота, и он на некоторое время был недоступным для растений. Особенно чётко это явление просматривалось в первые годы испытаний на паровом поле. До 1 культивации наибольшее содержание NO_3 здесь отмечено на варианте с традиционной технологией – 43,3 мг/кг почвы. На вариантах с мелкой, поверхностной, глубокой безотвальной основной обработкой и прямым посевом яровых зерновых количество нитратов снижалось на 2,3-7,2 мг/кг почвы или на 5,3-16,6% (табл. 68, прил. 46).

После культиваций в летний период азотный режим питания по испытываемым вариантам выравнивался.

Во время всходов яровой пшеницы и кукурузы (горох + овёс) преимущество в содержании NO_3 , по сравнению с постоянной минимальной

обработкой почвы в севообороте, отмечено на вариантах с ежегодной вспашкой и дифференцированной обработкой 1.

Таблица 68

Содержание NO_3 , мг/кг почвы в слое 0-30 см весной при разных технологических системах обработки почвы и посева зерновых культур (2000-2010 гг.)

Культуры, поле	Технологические системы				
	1	2	3	4	5
Пар	43,3	40,0	37,7	36,1	41,0
Озимая пшеница	30,8	30,9	30,1	35,6	32,9
Горох + овёс	42,9	44,2	43,0	38,6	37,8
Яровая пшеница	42,7	41,8	40,4	37,3	40,9
Ячмень (закл. поле)	37,4	44,2	42,3	40,7	43,9
Среднее	39,4	40,2	38,7	37,7	39,3

Под посевами озимой пшеницы (фаза кущения) и в заключительном поле севооборота применение современных технологий не снижало содержание нитратов в почве.

Аналогичная тенденция по содержанию NO_3 выявлена и в среднем по севообороту.

Наилучшие условия для жизнедеятельности микроорганизмов, повышающих усвоение растениями фосфора и улучшающих фосфатный режим в целом складывались на вариантах с постоянной минимальной и дифференцированными обработками 1 и 2 в севообороте. В среднем по севообороту содержание P_2O_5 на этих вариантах было высоким и составило 186-192 мг/кг почвы, что достоверно на 23-29 мг (14,1-17,8 %) больше, чем на контроле (табл. 69, прил. 47).

На варианте с дифференцированной обработкой 3 содержание фосфатов по сравнению с вариантом, где проводилась вспашка, изменялось незначительно.

Содержание питательных веществ в пахотном слое почвы весной при разных технологических системах обработки почвы и посева зерновых культур, мг/кг почвы (2000-2010 гг.)

Культуры, поля	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
Подвижные фосфаты					
Чистый пар	162	186	194	190	175
Озимая пшеница	166	193	191	184	187
Горох + овёс	167	191	198	196	176
Яровая пшеница	164	182	191	198	168
Ячмень	155	179	186	180	165
Среднее	163	186	192	190	174
Обменный калий					
Чистый пар	152	187	196	174	176
Озимая пшеница	155	178	169	160	169
Горох + овёс	164	203	210	200	180
Яровая пшеница	151	178	188	178	164
Ячмень	148	180	183	170	168
Среднее	154	185	189	176	171

Достоверное преимущество лучших вариантов по содержанию подвижного фосфора, в сравнении с контролем, в чистом пару, под посевами озимой пшеницы и яровой пшеницы и в среднем по севообороту, в отличие от содержания нитратов, вследствие меньшей подвижности в почве, не зависело от условий увлажнения вневегетационного периода (сентябрь-апрель) (рис. 29).

В пропашном поле под посевами кукурузы (горох + овёс) наибольшее содержание P_2O_5 на технологиях с минимальными и дифференцированными обработками 1 и 2, по сравнению с контролем, +29+44 мг/ кг почвы (17,8-27,0

%) выявлено в годы с большим количеством осадков (более 295 мм за сентябрь-апрель), что на 1,8-14,0 % больше показателей в годы с недостаточным количеством осадков.

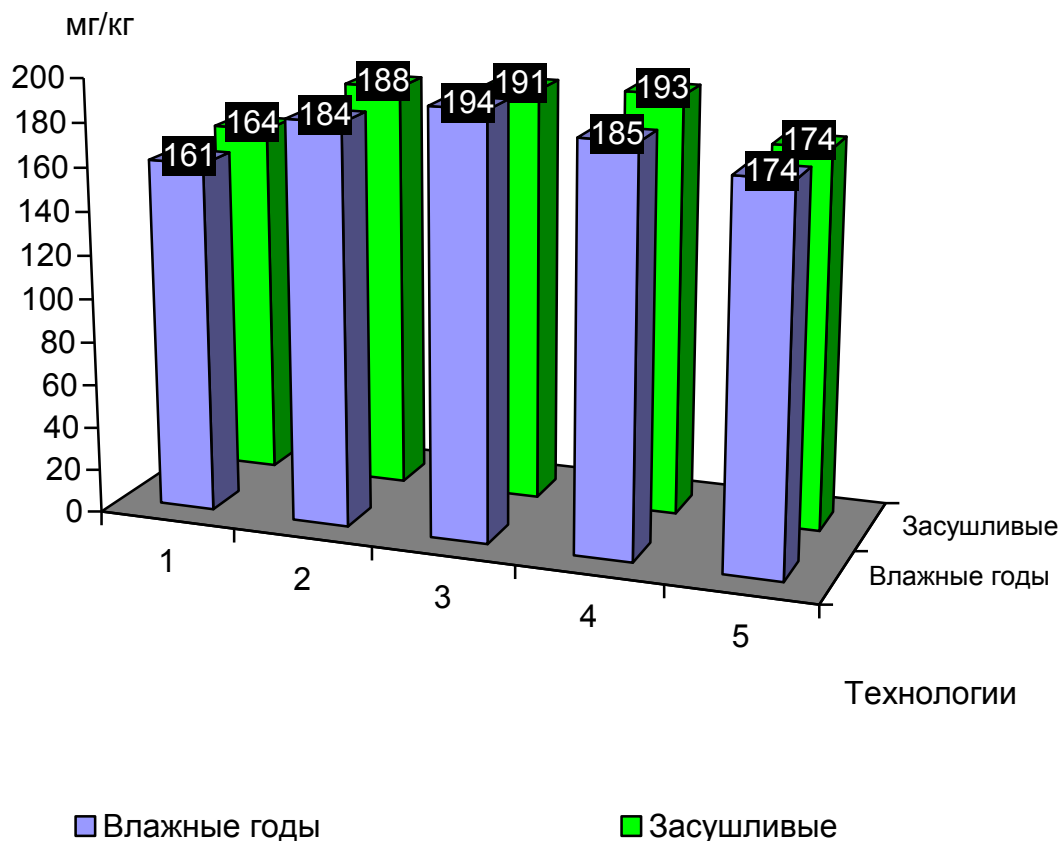


Рис. 29. Содержание P_2O_5 в пахотном слое почвы весной в среднем по севообороту при разных технологических системах в зависимости от осадков сентября - апреля, мг/кг, почвы (2000-2010 гг.)

Аналогично с фосфорным режимом, при применении современных технологических систем с постоянной минимальной и дифференцированными обработками 1 и 2 в севообороте, по сравнению с традиционной технологией, установлено улучшение калийного режима почвы. В среднем за годы исследований содержание K_2O на данных вариантах составило 176-189 мг на кг почвы, что на 22-35 мг (14,3-22,7%) больше показателей контрольного варианта (табл. 69, прил. 49).

Лучший водный и азотный режимы почвы при современных технологических системах обработки почвы и посева обеспечили увеличение, по сравнению с традиционной технологией, количества нитратов после уборки сельскохозяйственных культур (табл. 70).

Таблица 70

Содержание NO_3 в пахотном слое почвы осенью при разных технологических системах обработки почвы и посева полевых культур,
мг/кг почвы (2000-2010 гг.)

Культуры, поля	Технологические системы				
	1	2	3	4	5
Чистый пар	110,9	112,9	112,0	106,7	110,7
Озимая пшеница	30,8	41,8	30,3	29,3	33,9
Горох + овёс	33,2	35,9	40,5	36,4	40,1
Ячмень (заключительное поле)	13,9	21,8	20,1	19,1	17,8
Среднее	47,2	53,1	50,7	47,9	50,6

В среднем по севообороту содержание NO_3 на вариантах с дифференцированными 1 и 2 обработками в севообороте составило 50,7-53,1 мг на кг почвы, что на 2,8-5,9 мг (5,8-12,5%) выше, чем на вариантах с ежегодной вспашкой и мелкой обработкой.

Тенденция улучшение фосфорного и калийного режимов питания растений при современных технологиях, по сравнению с традиционной, установлена в течение всего вегетационного периода.

После уборки полевых культур, в среднем по севообороту, содержание подвижных фосфатов на технологиях нового поколения составило – 174-192 мг/кг почвы, что на 10-28 мг/кг (6,1-17,1 %) больше контроля (табл. 71, прил. 48, 50).

Преимущество в содержании обменного калия при ресурсосберегающих системах обработки почвы и посева, по сравнению с контролем, к уборке исследуемых культур, возросло до 13-31 мг/кг (8,3-19,9%).

Таблица 71

Содержание подвижных питательных веществ в пахотном слое почвы осенью при разных технологических системах обработки почвы и посева зерновых культур, мг/кг почвы (2000-2010 гг.)

Культуры, поле	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
Подвижные фосфаты					
Чистый пар	170	193	193	190	180
Озимая пшеница	163	186	189	180	181
Горох + овёс	162	188	194	189	171
Ячмень	162	179	193	181	163
Среднее	164	187	192	185	174
Обменный калий					
Чистый пар	157	194	194	177	182
Озимая пшеница	155	172	173	157	160
Горох + овёс	164	198	201	189	175
Ячмень	146	176	181	165	157
Среднее	156	185	187	172	169

Гумус. Одним из основных показателей почвенного плодородия является содержание гумуса. Он имеет в своём составе почти весь почвенный азот, основную часть фосфора и серы, незначительное количество калия, кальция, магния и других питательных веществ [254].

По данным В.М. Володина и других (2001) с гумусом тесно связаны основные морфологические признаки почв, их водный, воздушный и тепловой режимы, физические и физико-химические свойства, содержание основных элементов питания, биохимические и микробиологические показатели [64].

Воспроизводство плодородия почвы в земледелии осуществляется по мнению А.Н.Каштанова (1983) с затратами техногенной энергии двумя путями: вещественным и технологическим. Первый включает в себя применение минеральных и органических удобрений, химическую и водную мелиорацию, сидераты, оптимизацию структуры использования пашни; второй – улучшение свойств и почвенных режимов за счёт механической обработки [166].

В современном земледелии, в связи с резким и необоснованным снижением применения минеральных удобрений, недостаточным количеством вносимых органических удобрений, постоянное пополнение почвы свежим органическим веществом имеет основное значение в стабилизации почвенного плодородия. Для этой цели следует использовать посевы многолетних и однолетних трав, сидеральные пары, пожнивные и поукосные посевы, зернобобовые культуры. В засушливых условиях возрастает роль соломы зерновых культур. Она является не только источником питательных веществ, но и активным материалом для образования гумуса.

Кроме названных факторов, существенное влияние на баланс гумуса оказывает обработка почвы.

По мнению многих российских и зарубежных учёных Г. Канта (1980), А.Х. Куликовой (1999), В.А. Корчагина (2002), С.В. Богомазова, В.В. Сысоева (2003), А.Н. Власенко и др. (2003), В.Г. Холмова, М.И. Шулякова (2005), А.М. Лыкова и др., 2006; Ф.Г. Бакирова (2008), К. Кроветто (2010) при уменьшении глубины и кратности механических обработок почвы в севообороте наблюдается существенное снижение темпов минерализации гумусовых веществ [19, 28, 153, 194, 216, 224, 236, 393, 427]. При этом на чернозёмах лесостепи Поволжья, по данным А.Х. Куликовой (1999) и К.И. Карповича (2008) для сокращения потерь гумуса более эффективны комбинированные системы обработки почвы в севообороте [162, 224].

В исследованиях Ульяновского НИИСХ при ежегодной вспашке на фоне биологизированной системы воспроизводства почвенного плодородия за 2 ротации восьмипольного севооборота содержание гумуса снизилось на 0,345, а при комбинированной системе обработки почвы его содержание осталось на прежнем уровне [162].

На южных чернозёмах Среднего Поволжья при длительном применении плоскорезной обработки количество гумуса в почве не снижалось по сравнению с вспашкой. При этом рыхление почвы способствовало чёткой дифференциации содержания гумуса в пахотном слое [5].

На чернозёмах Среднего Поволжья в исследованиях Г.И. Казакова (1990), особенно значительно дифференциация проявляется в первые 3-5 лет, в последующем уменьшение гумуса в нижних слоях почвы затухает, а в верхних - оно сохраняется на более высоком уровне, чем по вспашке [143].

Среднегодовые потери гумуса в пахотном слое почвы колеблются в очень широком диапазоне. В абсолютных процентах эти изменения составляют от 0,005 до 0,09% или от 0,1 до 2,3 т/га и более.

В наших исследованиях, наблюдения за содержанием гумуса, которые проводились в заключительном поле севооборота после уборки культуры, свидетельствуют о том, что технологическая система с дифференцированной обработкой почвы в севообороте 2, по сравнению с контролем, достоверно в большинстве лет сокращают потери гумуса в пахотном слое почвы, способствуют сохранению почвенного плодородия (табл. 72, прил. 51).

Таблица 72

Содержание гумуса в пахотном слое почвы при разных технологических системах обработки почвы и посева зерновых культур, %

Годы	Технологические системы обработки почвы и посева					НСР ₀₅ , среднее
	1	2	3	4	5	
(2000,2003,2004,2007,2008гг.) ГТК (май-август) >0,75	3,51	3,90	4,06	3,55	3,78	0,403
(2001,2002,2005,2006,2009, 2011гг.) ГТК (май-август) ≤0,70	3,19	3,58	3,72	3,11	3,25	0,460
Среднее (2000-2011гг.)	3,34	3,75	3,88	3,31	3,49	0,434

В среднем за годы исследований на этом варианте установлено наибольшее содержание гумуса – 3,88%, что на 0,54 % выше контроля.

Учитывая, что годы исследований существенно различались по климатическим условиям и полученным урожаям предшествующих культур, нами была определена зависимости содержания гумуса от количества осадков за вегетационный период при разных технологиях систем обработки почвы и посева. В результате анализа достоверное увеличение гумуса, по сравнению с

контролем, как во влажные, так и в годы с недостаточным количеством осадков за май-август отмечено на варианте с прямым посевом яровых зерновых культур и поверхностным размещением соломы и ПКО. При сочетании минимальной обработки с глубоким рыхлением почвы и перемешиванием соломы и ПКО в верхнем слое почвы достоверное увеличение гумуса, по сравнению с вариантом, где проводилась вспашка, выявлено только в годы с влажным вегетационным периодом. При постоянных обработках почвы в севообороте (вспашке и минимальной) установлена наибольшая минерализация гумуса в слое 0-30 см. При этом здесь выявлены наименьшие значения гумуса - 3,31-3,34 %.

При анализе послойного содержания гумуса преимущество технологий с дифференцированными обработками почвы, по сравнению с ежегодной вспашкой установлено только в слое 0-30 см.

В среднем за 2001-2011 годы математически доказуемое увеличение гумуса в слое почвы 0-30 см, по сравнению с контролем установлено на варианте с дифференцированной обработкой 2 в севообороте – + 0,59%. В слое 30-60 см достоверного различия по данному элементу плодородия почвы между вариантами с дифференцированными обработками почвы и контролем не наблюдалось. При этом за годы исследований выявлено, что применение постоянной минимальной обработки почвы в севообороте с перемешиванием растительных остатков и ПКО на поверхности почвы создавало более чёткую дифференциацию почвы по плодородию и существенно на 0,32-0,61 % снижало содержание гумуса по сравнению с другими испытываемыми вариантами в слое 30-60 см (рис. 30, прил.51).

В слое 0-60 см на технологических системах нового поколения по сравнению с контролем, анализируемый показатель изменялся несущественно. При этом применение технологических систем с дифференцированными обработками почвы в севообороте 1 и 2 способствовало достоверному увеличению содержания гумуса на 0,54-0,55 %, по сравнению с вариантом, где использовалась постоянная минимальная обработка почвы (прил. 51).

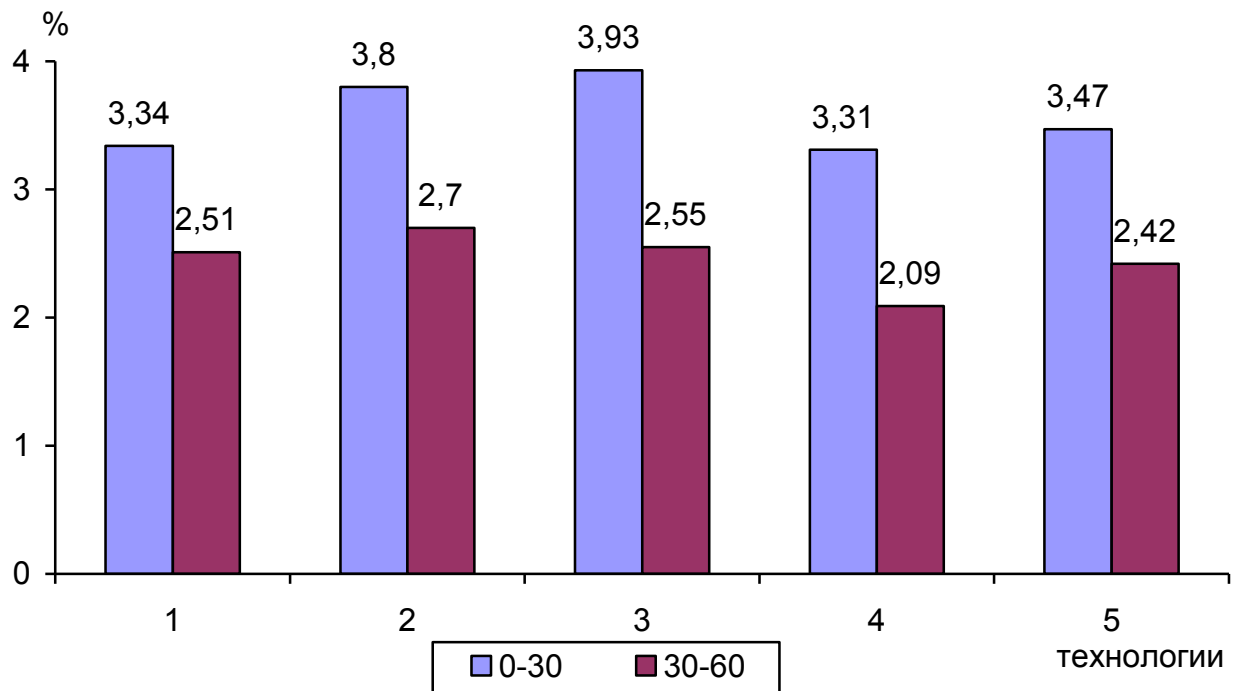


Рис. 30. Послойное содержание гумуса при разных технологических системах обработки почвы и посева полевых культур (2001-2011 гг.)

Динамика основных элементов плодородия почвы. Определение элементов плодородия почвы проводилось в образцах, взятых после уборки сельскохозяйственных культур. Анализируемые показатели сравнивались с исходным содержанием основных элементов почвенного плодородия в начале закладки опыта по изучению способов основной обработки почвы (1975 г.) и технологических систем обработки почвы и посева полевых культур (1998 г.).

При закладке опыта по изучению способов основной обработки почвы в севообороте содержание P_2O_5 в слое 0-30 см колебалось от повышенного на контроле и вариантах, обработанных безотвально – 138-150 мг/ кг почвы до высокого при мелкой отвальной обработке почвы – 175 мг/ кг почвы (табл. 73, прил. 48).

Содержание подвижных фосфатов в слоях почвы при разных способах основной обработки и технологических системах обработки почвы и посева полевых культур, мг/ кг почвы

Слои почвы	Варианты					НСР ₀₅ , среднее
	1	2	3	4	5	
1975г.						
0-30	144	175	138	150	148	22,7
30-60	127	121	122	110	111	12,0
0-60	136	148	130	130	130	15,1
2003, 2006 гг.						
0-30	165	194	185	185	172	11,2
30-60	127	135	104	94	109	18,5
0-60	146	165	145	139	141	16,6
Изменения к 1975 г.						
0-30	+21	+19	+47	+35	+24	-
30-60	0	+14	-18	-16	-2	-
0-60	+10	+17	+15	+9	+11	-

В слое 30-60 см содержание подвижных фосфатов независимо от изучаемых вариантов было повышенным и составило – 110-127 мг/ кг почвы.

Длительное применение различных способов основных обработок почвы и технологических систем обработки почвы и посева способствовало увеличению содержания фосфатов в пахотном слое, при высоком содержании P₂O₅ на всех исследуемых вариантах – 165-194 мг/ кг почвы.

Максимальные изменения P₂O₅, к исходному содержанию (1975 г.) в слое 0-30 см выявлены на вариантах с минимальной и дифференцированной обработке 2 + 35-47 мг/кг почвы соответственно. На вариантах с ежегодной вспашкой и отвальной обработкой до 1998 года и дифференцированной обработкой 1 в последующем, подвижные фосфаты изменялись в меньшей степени.

При послойном анализе наибольшие изменения фосфатов отмечены в слое 0-30 см. При этом максимальное увеличение подвижного фосфора + 47 мг (34,1 %), установлено на варианте с глубокой плоскорезной обработкой до 1998

года и дифференцированной обработкой 2 в последующем. В слое 30-60 см независимо от испытываемых вариантов содержание P_2O_5 осталось на повышенном уровне 94-135 мг/ кг почвы. Наибольшая дифференциация почвы по этому показателю установлена на вариантах с постоянной минимальной обработкой и прямым посевом зерновых культур (3, 4).

Длительное применение плоскорезных и комбинированной обработки почвы в севообороте обеспечило более низкую минерализацию гумуса, по сравнению с контролем в пахотном слое почвы. За 23 года исследований содержание гумуса здесь, по сравнению с исходными показателями, снизилось на 0,36-0,61%, что достоверно ниже вариантов с отвальными обработками почвы на 0,18-0,50%.

При дальнейшем изучении технологических систем обработки почвы и посева с 2000 по 2011 годы тенденция снижения минерализации гумуса при минимализации обработки почвы сохранилась. В среднем за 2003, 2006 годы содержание гумуса в слое 0-30 см, по сравнению с 1975 годом при технологиях с минимальной и дифференцированными обработками почвы снизилось на 0,48-1,17% (518-1264 кг ежегодно), что меньше убыли гумуса, по сравнению с контролем на 0,04- 0,73 % (43-789 кг в год). При этом максимальное содержание гумуса отмечено на варианте с дифференцированной обработкой 2 – 4,14 %, что достоверно превышает контроль (на 0,54 %). На остальных технологиях содержание гумуса, в абсолютном показателе, по сравнению с контролем, изменялось незначительно (табл. 74, прил. 51).

В под пахотном слое, по сравнению с исходными данными, наибольшая минерализация гумуса, как и в пахотном слое почвы, отмечена на варианте с ежегодной вспашкой – 1,11 %. Длительное применение минимальных и дифференцированных обработок в севообороте снижало анализируемый показатель на 0,08-0,75 %. Максимальные изменения – 0,59-0,75 %, по сравнению с контролем, установлены на вариантах с дифференцированными обработками почвы 1 и 3 в севообороте.

Содержание гумуса в слоях почвы при разных способах основной обработки почвы и технологических системах обработки почвы и посева, %

Слои почвы	Варианты					НСР ₀₅ , среднее
	1	2	3	4	5	
1975г.						
0-30	4,81	4,99	4,73	4,26	4,33	0,492
30-60	3,62	3,51	3,45	3,13	2,96	0,337
0-60	4,22	4,25	4,09	3,70	3,64	0,378
2003, 2006 гг.						
0-30	3,60	3,82	4,14	3,46	3,85	0,450
30-60	2,51	2,99	2,42	2,22	2,60	0,345
0-60	3,06	3,41	3,28	2,84	3,22	0,385
Изменения к 1975 г.						
0-30	-1,21	-1,17	-0,59	-0,80	-0,48	-
30-60	-1,11	-0,52	-1,03	-0,91	-0,36	-
0-60	-1,16	-0,84	-0,81	-0,86	-0,42	-

В слое 0-60 см на технологических системах нового поколения обработки почвы и посева, по сравнению с контролем, содержание гумуса изменялось несущественно. При этом и здесь минерализация гумуса при минимализации обработки почвы уменьшалась на 0,30-0,74 %.

По содержанию легкогидролизуемого азота достоверное исходное преимущество в пахотном слое почвы наблюдалось на варианте с ежегодной вспашкой.

При длительном применении минимальной и комбинированной обработки (23 года) убыль легкогидролизуемого азота (в слое 0-30 см) сократилась на 2,6-6,6 мг/ кг почвы, за 30 лет – на 6,6-18,0 мг/ кг почвы, что привело к выравниванию обеспеченности почв азотом по испытываемым вариантам опыта (табл. 75).

При послойном анализе наибольшие изменения в содержании легкогидролизуемого азота установлены в слое 0-30 см – 10,7-28,7 мг/ кг почвы, что на 1,3-6,1 мг (6,3-52,6 %) больше, чем в слое 30-60 см.

Содержание легкогидролизуемого азота в пахотном слое почвы в зависимости от способов основной обработки почвы и технологических систем, мг/кг почвы

Варианты	1975 г.	1998 г.		2003, 2006 гг.	
		содержание	Изменения к 1975 г.	содержание	Изменения к 1975 г.
1	64,4	33,6	-30,8	35,7	-28,7
2	57,4	32,7	-24,7	39,7	-17,7
3	61,2	33,0	-28,2	39,1	-22,1
4	56,9	31,7	-25,2	46,2	-10,7
5	54,1	29,9	-24,2	36,7	-17,4
НСР ₀₅ , среднее	2,59	1,77	-	3,65	-

При этом максимальное снижение анализируемого показателя, как в пахотном, так и подпахотном слое почвы установлено при традиционной технологии с ежегодной вспашкой – 28,7 и 23,5 мг/ кг почвы соответственно (табл. 76).

Таблица 76

Содержание легкогидролизуемого азота в почве в зависимости от способов основной обработки почвы и технологических систем обработки почвы и посева полевых культур, мг/ кг почвы

Слои почвы	Варианты					НСР ₀₅ , среднее
	1	2	3	4	5	
1975г.						
0-30	64,4	57,4	61,2	56,9	54,1	2,59
30-60	52,9	46,7	52,3	41,6	43,2	2,69
0-60	58,7	52,0	56,8	49,3	48,7	3,63
2003, 2006 гг.						
0-30	35,7	39,7	39,1	46,2	36,2	3,65
30-60	29,4	35,1	31,5	32,2	29,4	3,06
0-60	32,6	37,4	35,4	39,2	33,1	3,37
Изменения к 1975 г.						
0-30	-28,7	-17,7	-22,1	-10,7	-17,4	-
30-60	-23,5	-11,6	-20,8	-9,4	-13,8	-
0-60	-26,1	-14,6	-21,4	-10,1	-15,6	-

При применении минимальных обработок почвы и технологических систем потери азота, по сравнению с контролем, сократились на 6,6-18,0 мг

(29,9-168,20 %) в слое 0-30 см и на 2,7-14,1 мг (13,0-150,0 %) в слое 30-60 см, при наименьших значениях на варианте 4 – 10,7 и 9,4 мг соответственно.

Максимальное содержание азота в слое 0-60 см выявлено на вариантах с дифференцированной 1 и постоянной минимальной обработками (2, 4) – 37,4-39,2 мг/ кг почвы, что существенно (на 4,8-6,6 мг -14,7-20,2 %) выше контроля (табл. 76, прил. 52).

Важным показателем, влияющим на усвоение питательных веществ, рост и развитие растений, их урожайность, деятельность почвенных микроорганизмов и других факторов оказывает концентрация ионов водорода в почве (величина рН). Ежегодные потери урожая, обусловленные неблагоприятным влиянием кислотности почвы на растение, достигают в масштабах страны 10-12 млн. т [260].

По данным Б.А. Ягодина и др. (2002) по рН_{сол.} реакции почвенного раствора различают следующие почвы: очень сильнокислые - <4,0, сильнокислые – 4,1-4,5, среднекислые - 4,6-5,0, слабокислые -5,1-6,0, нейтральные – 6,1-7,4, слабощелочные – 7,5-8,5, сильнощелочные -8,6-10,0 и резкощелочные - > 10 (рН_{сол.}) [437].

Реакция чернозёмных почв в Среднем Поволжье близка к нейтральной и слабощелочной (рН_{сол.} - 6-8), что является благоприятным для большинства возделываемых культур [300, 437].

Однако многочисленные экспериментальные данные свидетельствуют об увеличении кислотности пахотных почв чернозёмов при длительном сельскохозяйственном использовании пашни [7, 278, 400, 403].

Поэтому разработка приёмов и способов устранения почвенной кислотности имеет большое значение для повышения продуктивности возделывания сельскохозяйственных культур.

В проведённых нами исследованиях не установлено значительных изменений кислотности почвы в зависимости от способов основной обработки почвы и технологических систем обработки почвы и посева. В среднем за 2001-

2011 годы рН сол. в слое почвы 0-30 см составило 5,64-5,94, что соответствует слабокислым почвам (рис. 31, прил. 53).

При послойном анализе почвы, установлено, что рН_{сол} вытяжки в слое 30-60 см независимо от испытываемых вариантов близок к нейтральному и составляет 6,05-6,48.

Однако в слое 0-60 см, за счёт большей кислотности пахотного слоя почвы на вариантах с ежегодной вспашкой и при сочетании отвальной с дифференцированной обработкой реакция почвы была слабокислой 5,89-5,95, а на вариантах, где проводилась безотвальная обработка – близка к нейтральной – 6,05-6,15.

При мониторинге кислотности почвы наибольшее подкисление установлено на варианте, где проводилась ежегодная вспашка (табл. 77).

Таблица 77

Изменение концентрации ионов водорода (рН_{сол.}) в пахотном слое почвы при разных технологических системах обработки почвы и посева полевых культур,

%

Варианты	1998 г.	2003, 2006 гг.	
		содержание	Изменения к 1998 г.
1	5,43	5,21	-0,22
2	5,86	5,94	+0,08
3	5,85	5,90	+0,05
4	5,54	5,46	-0,08
5	5,56	5,28	-0,28
НСР ₀₅ , среднее	0,438	0,603	-

В наших исследованиях изучаемые технологические системы обработки почвы и посева полевых культур не оказали существенного влияние на актуальную (активную), потенциальную (пассивную) гидролитическую кислотность, общую щелочность почвы и сумму поглощённых оснований.

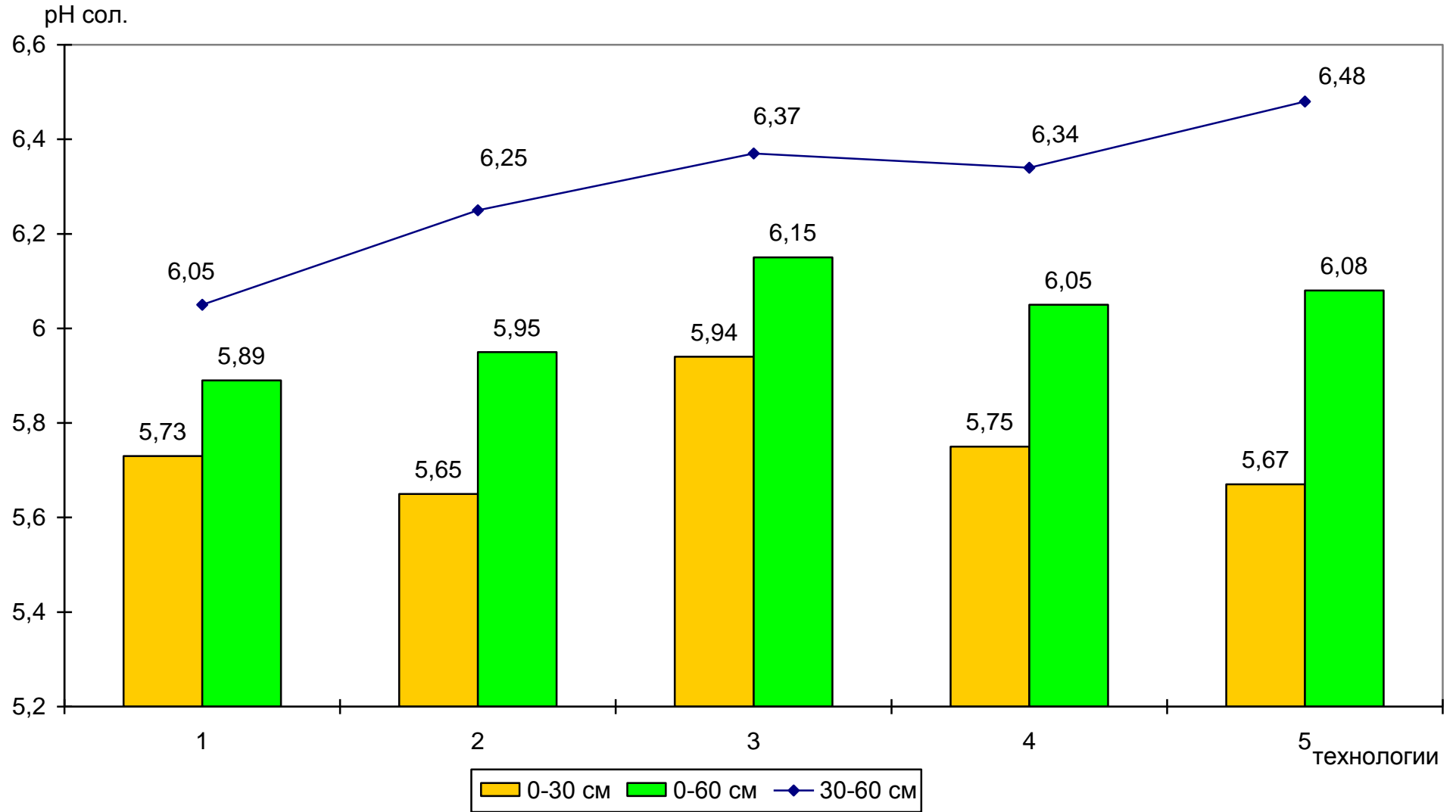


Рис. 31. Послойное рН_{сол.} после уборки ярового ячменя (2001-2011 гг.)

Наибольшая гидролитическая кислотность и соответственно сопротивляемость почвы против подщелачивания отмечена на вариантах с ежегодной вспашкой и при сочетании отвальной обработки до 1998г. с дифференцированной обработкой 1 – 2,16 -2,33 мг-экв./100 г почвы, что на 0,30-0,54 мг-экв./100 г почвы больше, чем на делянках с безотвальными обработками почвы (рис. 32).

При изучении общей щелочности наблюдалась обратная тенденция: максимальные значения по этому показателю получены, главным образом за счёт увеличения щёлочности в подпахотном слое, при технологиях с минимализацией основной обработки почвы. Для слоя 0-60 см она составила 2,85-3,15 мг-экв./100 г почвы, что на 0,15-0,9 (5,6-40,0 %) выше традиционной и технологии, где до этого применялась отвальная обработка почвы. В пахотном слое почвы различия между исследуемыми вариантами по общей щёлочности, за исключением прямого посева яровых зерновых, были несущественными (рис. 33).

Ежегодная вспашка и комбинированная обработка почвы (сочетание безотвальных с отвальными обработками) существенно уменьшили сумму поглощённых оснований, по сравнению с безотвальной обработкой (вар. 3-4). За 36 лет исследований, анализируемый показатель снизился в слое почвы 0-60 см соответственно на 12,9-15,1 % и 2,2-5,9%. Наибольшие изменения по сравнению с исходными данными (25,7-28,7 мг-экв/ 100 г почвы) отмечены в слое 0-30 см (на 3,8-4,9 мг и 1,0 мг-экв./100 г почвы соответственно).

При анализе взаимосвязи элементов плодородия на вариантах с минимальной и дифференцированными обработками почвы выявлена слабая корреляционная связь содержания гумуса в пахотном слое почвы с легкогидролизуемым азотом, подвижным фосфором, обменным калием, гидролитической кислотностью, суммой поглощённых оснований, общей щелочностью и рН сол. При традиционной технологии установлена значимая

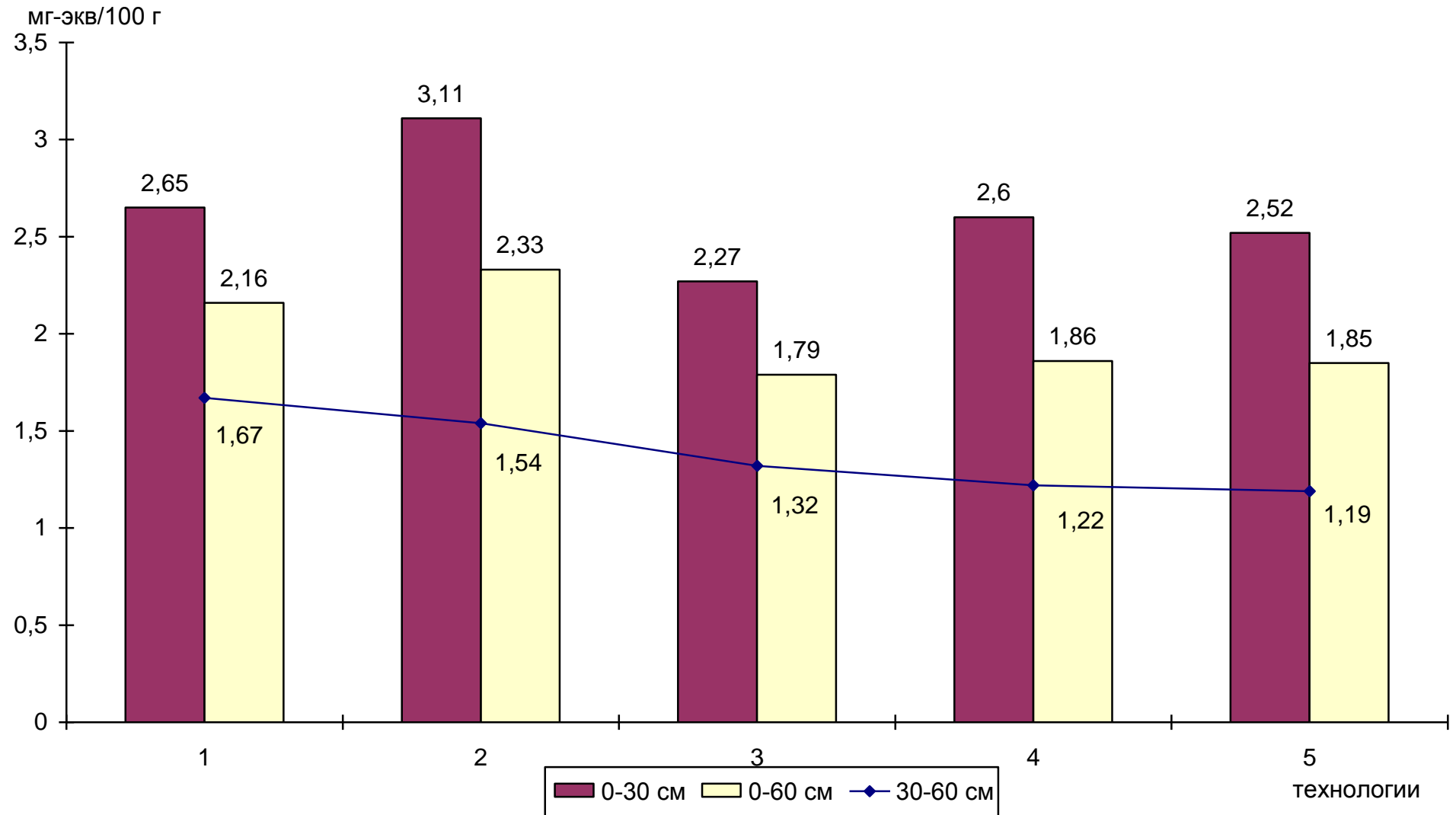


Рис. 32. Гидролитическая кислотность почвы после уборки ярового ячменя (2001-2011 гг.)

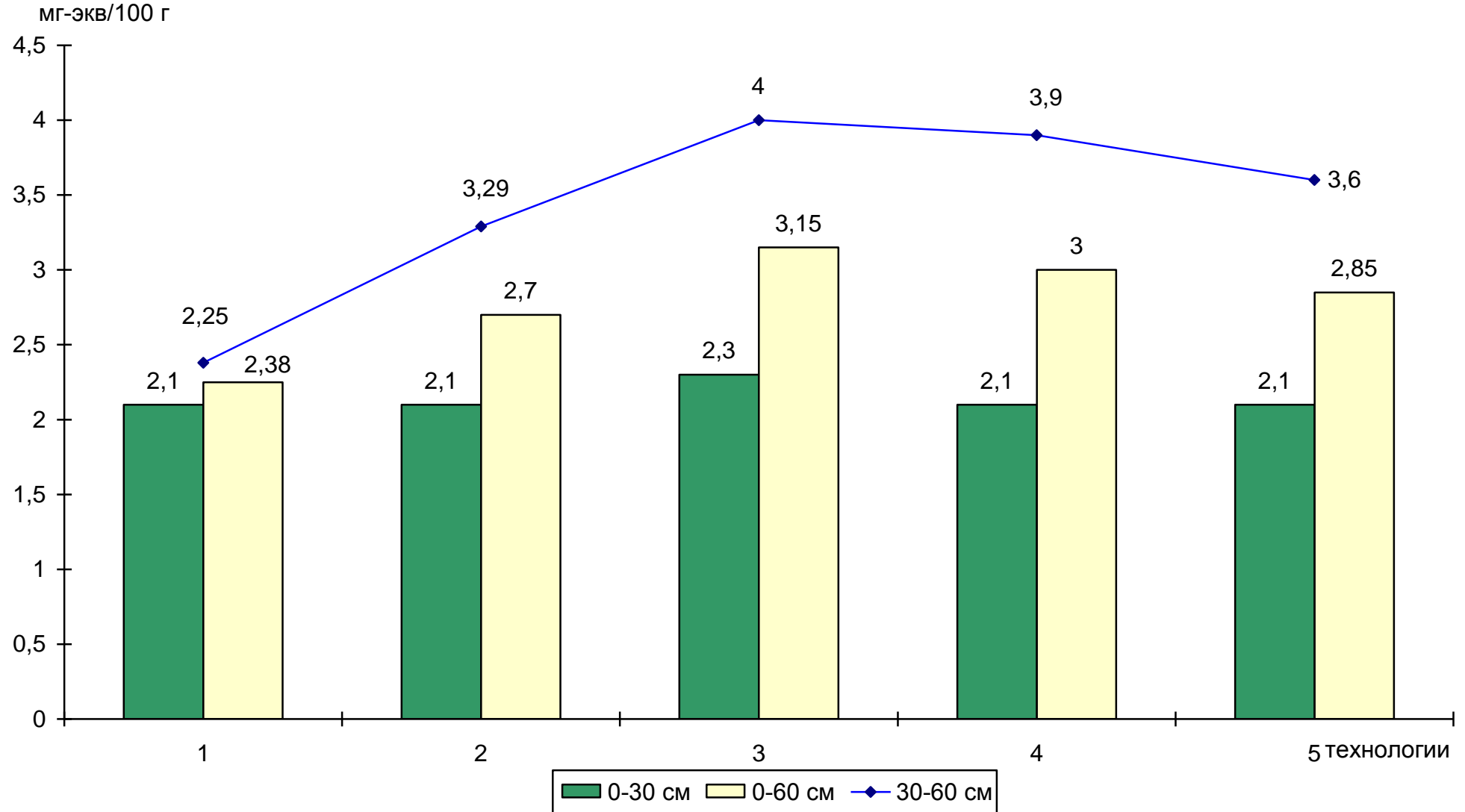


Рис. 33. Общая щелочность почвы после уборки ярового ячменя при разных технологических системах обработки почвы и посева (2001-2011 гг.)

корреляционная прямая связь гумуса с гидролитической кислотностью ($r=0,80^{**}$). На всех вариантах опыта установлена значимая обратная корреляционная связь гидролитической кислотности с рН сол. ($r= - 0,58-0,89^{**}$).

Таким образом, при длительном применении минимализации обработки почвы и ресурсосберегающих технологических систем обработки почвы и посева полевых культур, по сравнению с традиционной технологией не ухудшается азотный режим питания, складывается более благоприятный фосфорный и калийный режимы питания, снижается минерализация гумуса.

Микробиологическая активность почвы. Возделывание сельскохозяйственных культур способствует увеличению общей численности микроорганизмов, участвующих в минерализации органического вещества и превращении соединений азота в почве, усиливает трансформацию органического вещества, но приводит к существенному уменьшению количества микроскопических грибов [268].

Важнейшими факторами регулирования деятельности почвенных микроорганизмов является обработка почвы и применение удобрений.

На чернозёмах обыкновенных лесостепи Заволжья в исследованиях Г.К. Марковской и Н.А. Кирясовой (2007) вспашка, поверхностная обработка и вариант без осенней обработки одинаково влияли на общую биогенность почвы под посевами озимой пшеницы. При возделывании яровой пшеницы изучаемый показатель на варианте с рыхлением снизился, по сравнению со вспашкой, на 28%, а с прямым посевом – на 20% [246].

В исследованиях Е.Х. Нечаевой и Г.К. Марковской (2004) отмечалось увеличение количества актиномицетов на варианте без осенней обработки. По их мнению, это свидетельствует о создании условий для использования этими микроорганизмами сравнительно труднодоступных субстратов [279].

Одним из слабо разработанных в земледелии вопросов является недостаточная изученность влияния различных технологий на специфику микробиологических процессов в почве. Установлено, что только в результате

жизнедеятельности микроорганизмов происходит синтез и распад гумусовых веществ. Основные группы микроорганизмов – это бактерии, актиномицеты и микроскопические грибы. Все они играют определенную роль в процессе почвообразования.

Грибы родов *Penicillium* и *Aspergillus* начинают разложение свежих растительных остатков, при этом они легко переносят дефицит влаги, но активно размножаются только в условиях хорошей аэрации, кроме того, для них важен тип субстрата. Большое значение грибов в почвенной микробиологии связано с тем, что они обладают большей скоростью роста, чем бактерии, более эффективно заселяют субстрат, способствуют сохранению и улучшению почвенной структуры [12, 279, 327].

Бактерии и актиномицеты участвуют в разложении органического вещества на более поздних этапах, причем как в аэробных, так и в анаэробных условиях, способствуя образованию гумуса [132, 453].

Разнообразие бактерий определяется многими экологическими факторами: содержанием органического вещества, влажностью, кислотностью почвы, концентрацией солей. Температура мало влияет на качественный состав бактерий. Она определяет лишь интенсивность и скорость биологических процессов [101].

Имея небольшую скорость роста, актиномицеты начинают доминировать, когда создаются условия для использования сравнительно труднодоступных субстратов [151]. По мнению Д.Г. Звягинцева и других учёных (1996) основная роль актиномицетов состоит в разложении таких сложных полимеров как хитин, лигнин, целлюлоза, гумусовые соединения. Ведущими экологическими факторами для актиномицетов являются режим влажности и значение $pH_{\text{сол}}$. [327].

По данным Г.К. Марковской и др. (2014) на количество актиномицетов в большей степени влияют способы основной обработки почвы, чем предшественники [247].

В целом повышение содержания актиномицетов в почве является косвенным показателем степени ее окультуренности. Поэтому изучение закономерностей формирования микробного сообщества почвы и его функциональной деятельности является важным условием при разработке технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Исследования по влиянию технологических систем обработки почвы и посева полевых культур на микробиологическую активность почвы проводились в 2003 и 2004 годах в заключительном поле изучаемого севооборота. В 2004 году уровень биогенности почвы был существенно ниже, чем в 2003 г., что связано с погодными условиями вегетационного периода.

Применение ресурсосберегающих технологических систем обработки почвы и посева не ухудшало микробиологическую деятельность почвы, по сравнению с традиционной.

В исследованиях 2003 г. на испытываемых вариантах, за исключением прямого посева, наибольшей биологической активностью (по численности бактерий) отличался слой 0-10 см.

В слое 0-30 см, численность бактерий варьировала незначительно: от 4,9 млн. шт./ г почвы (контроль) до 4,3-5,0 млн. шт./ г почвы (2 и 4 вар.).

При технологической системе с прямым посевом наблюдалось резкое уменьшение численности бактерий в верхнем слое почвы и более высокая активность слоя 10-20 см, связанная с лучшим водным режимом. Средняя численность бактерий по слою 0-30 см составила 3,7 млн. шт./ г почвы, что на 16-35% ниже других испытываемых вариантов.

Бактерии и актиномицеты являются антагонистами. Это четко проявилось в изучаемых вариантах опыта. На контроле и варианте с дифференцированной обработкой 1, где не наблюдалось различий в численности бактерий, количество актиномицетов в среднем по 3 слоям почвы составило 115 и 108 тыс. шт./г почвы соответственно. Повышение этого показателя на вариантах с дифференцированной обработкой 2 на 11-44%, по сравнению с традиционной и

технологией с дифференцированной обработкой 1, свидетельствует о более высоком плодородии почвы.

Анализ численности микроскопических грибов показал преимущество по этому показателю традиционной технологии. При этом наилучшие условия для развития грибов складывались в верхнем 0-10 см слое. На варианте с прямым посевом по слоям отмечена аналогичная тенденция с количеством бактерий. На остальных технологиях систем обработки почвы и посева различия по слоям почвы не существенны, что свидетельствует об однородных условиях аэрации.

Во второй срок наблюдений и в конце вегетации, после продолжительных дождей отмечалось увеличение численности бактерий по всем вариантам опыта, однако и в этом случае на контроле и на варианте с дифференцированной обработкой 1 отмечено более активное размножению бактерий. Увеличение численности бактерий привело к снижению численности актиномицетов по всем вариантам опыта, причем отмеченные ранее различия сгладились. Определение численности грибов, вновь показало, что более оптимальные условия аэрации почвы для них складывались в контроле. Технологические системы с минимальными обработками и прямым посевом снижали численность грибов на 35,1-43,2%.

В среднем за два года в первый срок наблюдений (после посева яровой пшеницы) наибольшее содержание плесневых грибов (*Penicillium* и *Aspergillus*), выявлено на варианте с прямым посевом яровых зерновых культур (3) – 50,3 тыс. шт. (табл.78).

Ухудшение аэрации почвы при других технологических системах обработки почвы и посева замедлило их развитие и разложение свежих растительных остатков. В результате на варианте с мелкими обработками количество грибов снижалось на 3,2-4,8 тыс. шт. (или 6,8-10,5%), в контроле на 8,5 тыс. шт. (или 20,9%). К колошению и уборке анализируемой культуры при большем количестве неразложившихся остатков отмечено увеличение численности микроскопических грибов на традиционной технологии. При этом наилучшие условия для развития грибов складывались в верхнем 0-10 см слое.

Содержание микроорганизмов в пахотном слое почвы заключительного поля севооборота при разных технологических системах обработки и посева полевых культур, в 1 г абсолютно сухой почвы (2003-2004 г.)

Микроорганизмы	Сроки	Технологические системы обработки почвы и посева			
		1	2	3	4
Бактерии, млн. шт.	1	2,2	3,0	1,5	2,6
	2	3,8	3,5	2,9	3,0
	3	3,9	4,7	4,3	3,8
	среднее	3,3	3,7	2,9	3,1
Актиномицеты, тыс. шт.	1	115,4	154,7	95,4	107,7
	2	104,5	97,1	99,9	119,0
	3	110,0	97,2	123,0	120,1
	среднее	110,0	116,3	106,1	115,6
Грибы, тыс. шт.	1	41,8	47,1	50,3	45,5
	2	56,5	40,0	42,1	45,2
	3	61,9	41,6	41,8	51,8
	среднее	53,4	42,9	44,7	47,5

При технологических системах с постоянной вспашкой, дифференцированной 1 и 2 обработках почвы отмечены отдельные колонии грибов рода *Fusarium*. Однако на образцах зерна этот род грибов не обнаружен.

В первый срок определения наибольшее количество бактерий выявлено на вариантах с минимальной и дифференцированной обработкой 1 почвы (2, 4 вар.). При технологии с ежегодной вспашкой в севообороте наблюдалось резкое уменьшение численности бактерий в верхнем слое, и более высокая активность слоя 10-30 см. Неблагоприятные условия для их размножения складывались при прямом посеве, здесь численность бактерий была в 1,5-2 раза ниже, чем по другим технологическим системам.

В июле установлено увеличение численности бактерий на всех испытываемых вариантах. Отмечено возрастание биогенности верхнего слоя почвы и увеличение количеством бактерий по слоям при прямом посеве. На остальных технологиях систем обработки почвы и посева различия по слоям почвы по численности бактерий были не существенны, что свидетельствует об

однородных условиях аэрации и является косвенным показателем одинаковой объемной массы почвы по слоям.

Увеличение численности бактерий привело к снижению численности актиномицетов по всем вариантам опыта, причем отмеченные ранее различия сгладились.

Определение численности грибов, вновь показало, что более оптимальные условия аэрации почвы для них складывались в контроле. Технологические системы с мелкой и дифференцированными обработками почвы снижали численность грибов на 35,1-43,2%.

В третий срок наблюдений наилучшие условия для размножения и развития бактерий оказались на варианте с дифференцированной обработкой 1 – 3,7 млн. шт., что на 0,4-0,8 млн. штук (13,8-26,5 %) выше, чем на других изучаемых вариантах.

Среди бактериальной флоры на всех исследуемых вариантах преобладали бактерии рода *Bacillus*. На их долю приходилось до 90% от общей численности. В незначительных количествах отмечены бактерии родов: *Pseudomonas*, *Bacterium*, *Micrococcus*. Среди грибной микрофлоры в основном представлены грибы рода *Penicillium* (до 75% от общей численности). До 20% приходится на долю рода *Aspergillus*.

Несмотря на недостаток влаги, после посева яровой пшеницы, отмечена высокая численность актиномицетов по всем технологиям.

Наиболее благоприятные условия для этой группы агрономически ценных микроорганизмов складывались при технологии с сочетанием мелкой обработки с глубиной – 154,7 тыс. шт/ г почвы, что на 39,3-47,0 тыс. шт. больше, чем в технологиях со вспашкой и постоянной мелкой обработкой. Наименьшая численность актиномицетов выявлена при прямом посеве 95,4 тыс. шт/ г почвы.

К колошению яровой пшеницы численность актиномицетов снизилась по всем вариантам и не зависела от изучаемых технологических систем обработки почвы и посева исследуемой культуры.

В августе наиболее благоприятные условия для развития актиномицетов складывались при технологии с постоянной мелкой и без осенней обработок.

По мнению З.П. Карамщука (1989) и Е.Н. Мишустина (1984) полнее и объективнее оценить влияние разных систем обработки и технологий на микробиологические процессы мобилизации элементов питания для растений помогает определение биологической активности почвы в полевых условиях по интенсивности разложения целлюлозы, которая находится в определённой зависимости от уровня азотного питания, наличия доступного фосфора и других элементов [157, 258]. Кроме того, по данным Г.М. Брескина и др. (2008) целлюлозолитическую активность можно использовать для оценки экологического состояния почвы [34].

В наших исследованиях активность почвы определялась по интенсивности разложения целлюлозных дисков в паровом и заключительном полях изучаемого севооборота в 2006 и 2007 годах.

Размещение соломы и ПКО в верхнем слое почвы и лучшие водные свойства этого слоя при ресурсосберегающих технологиях систем обработки почвы и посева способствовали быстрому их разложению и усилению микробиологической активности почвы.

В результате в мае целлюлозоразлагающая активность почвы на поле с яровой пшеницей на глубине 0-10 и 10-20 см при традиционной технологии уменьшилась в 4 раза, по сравнению с технологиями нового поколения.

На глубине 20-30 см значительных изменений показателя в зависимости от испытываемых вариантов не наблюдалось.

При использовании технологических систем с минимальными и дифференцированными обработками почвы наибольшие значения целлюлозоразлагающей активности, связанные с лучшими запасами влаги, были зафиксированы на глубине 10-20 см.

Эта тенденция сохранялась на протяжении всего периода вегетации с мая по июль. При этом колебания величины активности почвы по отношению к разложению целлюлоз в мае-июле были незначительны. Ее средние значения

колебались в пределах 0,030-0,040 мг целлюлозы/ (г почвы x сутки), а максимальные значения не превышали 0,050 мг целлюлозы/ (г почвы x сутки).

Через три недели после уборки урожая в августе отмечалось существенное увеличение анализируемого показателя. Активность разложения целлюлозы в почве на варианте с традиционной технологией, возросла в 7 раз и достигла на глубине 10-20 см значения 0,073 мг целлюлозы/ (г почвы x сутки). На вариантах с технологиями нового поколения она достигла значения 0,087 мг целлюлозы/ (г почвы x сутки), что более чем в 2 раза выше показателей предыдущих месяцев. Данные изменения в численности микроорганизмов связаны с большим количеством пожнивных остатков, что в свою очередь стимулирует развитие микрофлоры, разлагающей целлюлозу.

В пахотном слое почвы применение современных технологических систем обработки почвы и посева существенно на 55,0-135,0 %, по сравнению с контролем, повышало разложение целлюлозы в течение вегетации (рис. 34). После уборки ярового ячменя активность микрофлоры, разлагающей целлюлозу на всех вариантах возрастала.

В чистом пару в мае максимальная активность почвы отмечена в слоях 0-10 см и 10-20 см для каждого из вариантов обработки почвы. На глубине 20-30 см активность в тех же пробах оказалась ниже на 15-40 %.

В августе целлюлозоразлагающая активность почвы увеличилась по сравнению с июлем в три раза и превысила показания мая. Максимальные значения были зафиксированы на глубине 10-20 см в пробах, взятых с полей, где применялись технологии нового поколения. Минимальное значение было зафиксировано на глубине 20-30 см в почве, обработанной по традиционной технологии.

В пахотном слое почвы наилучшие условия для разложения растительных остатков в мае зафиксированы на технологии прямого посева и на варианте с минимальной обработкой. Применение глубоких обработок

мг /г почвы за сутки сутки

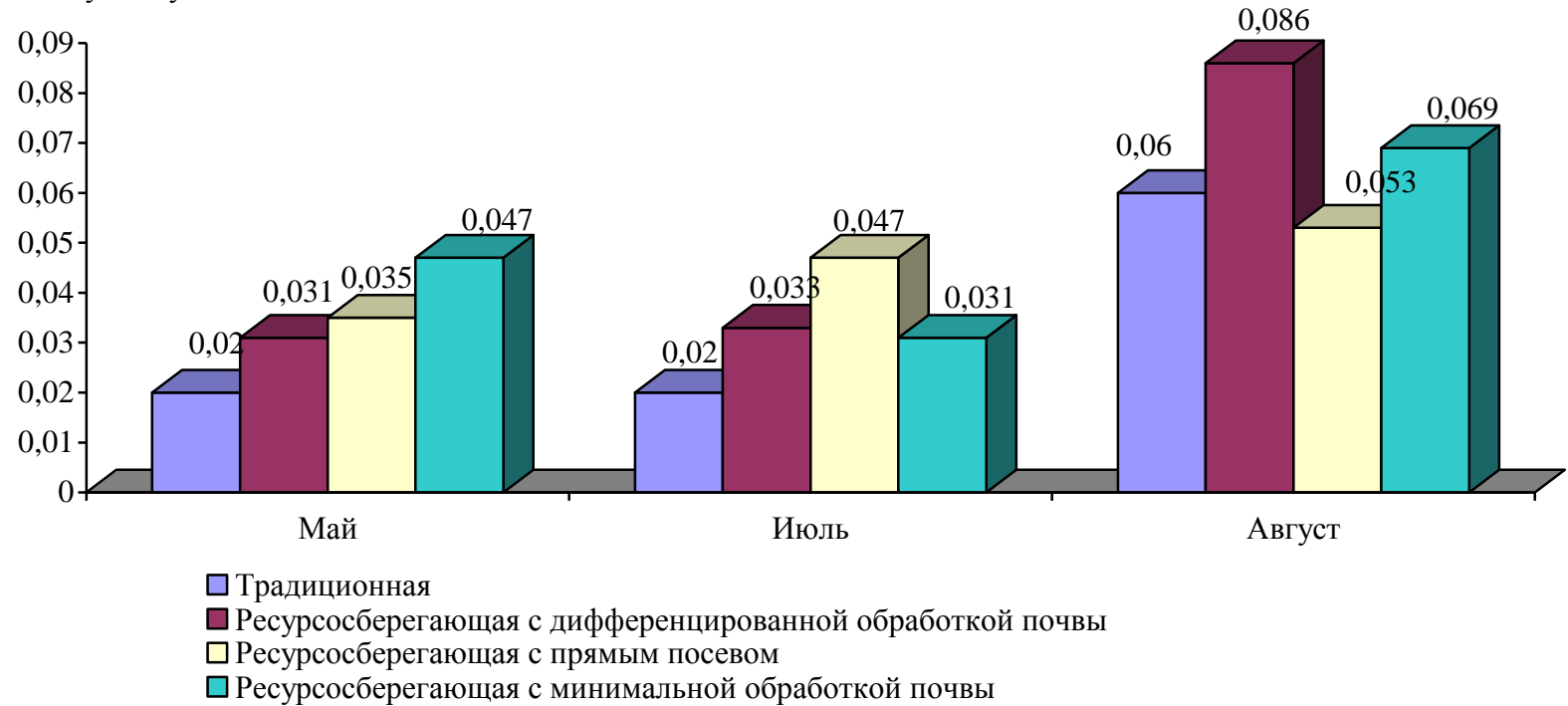


Рис. 34. Целлюлозоразлагающая активность 0-30 см слоя почвы под посевами яровой пшеницы при разных технологических системах обработки почвы и посева

(вспашки и чизельного рыхления) из-за худшего водного режима снижало целлюлозоразлагающую способность почвы в 1,3-1,9 раза (рис. 35).

В июле, главным образом за счёт острой атмосферной засухи 2006 года показатели на всех анализируемых вариантах снизились в 1,3-2,6 раза. При этом сохранилась тенденция большей активности на вариантах с минимализацией обработки почвы на 80,0-120,0 %, по сравнению с контролем. После посева озимой пшеницы на всех испытываемых вариантах наблюдалось увеличение анализируемого показателя в 2 и более раза, при доминировании процессов разложения целлюлозы на технологиях с минимальной и дифференцированными обработками почвы на 26,8-66,1 %, по сравнению с контролем.

В среднем за вегетацию изучаемых растений и по севообороту применение современных технологий систем обработки почвы и посева способствовало увеличению активности разложения целлюлозы в почве, по сравнению с традиционной технологией, где применялась вспашка (табл. 79).

Таблица 79

Целлюлозоразлагающая активность 0-30 см слоя почвы в среднем за вегетацию при разных технологических системах обработки почвы и посева, мг целлюлозы / г почвы за сутки (2006-2007гг.)

Поля, культуры	Технологические системы обработки почвы и посева			
	1	2	3	4
Чистый пар	0,037	0,051	0,058	0,052
Яровой ячмень	0,027	0,050	0,045	0,049
Среднее	0,032	0,051	0,051	0,051

Таким образом, применение ресурсосберегающих технологических систем обработки почвы и посева культур в зернопаропропашном севообороте в период с мая по август способствовало увеличению активности разложения целлюлозы в почве и более рациональному использованию соломы в воспроизводстве почвенного плодородия.

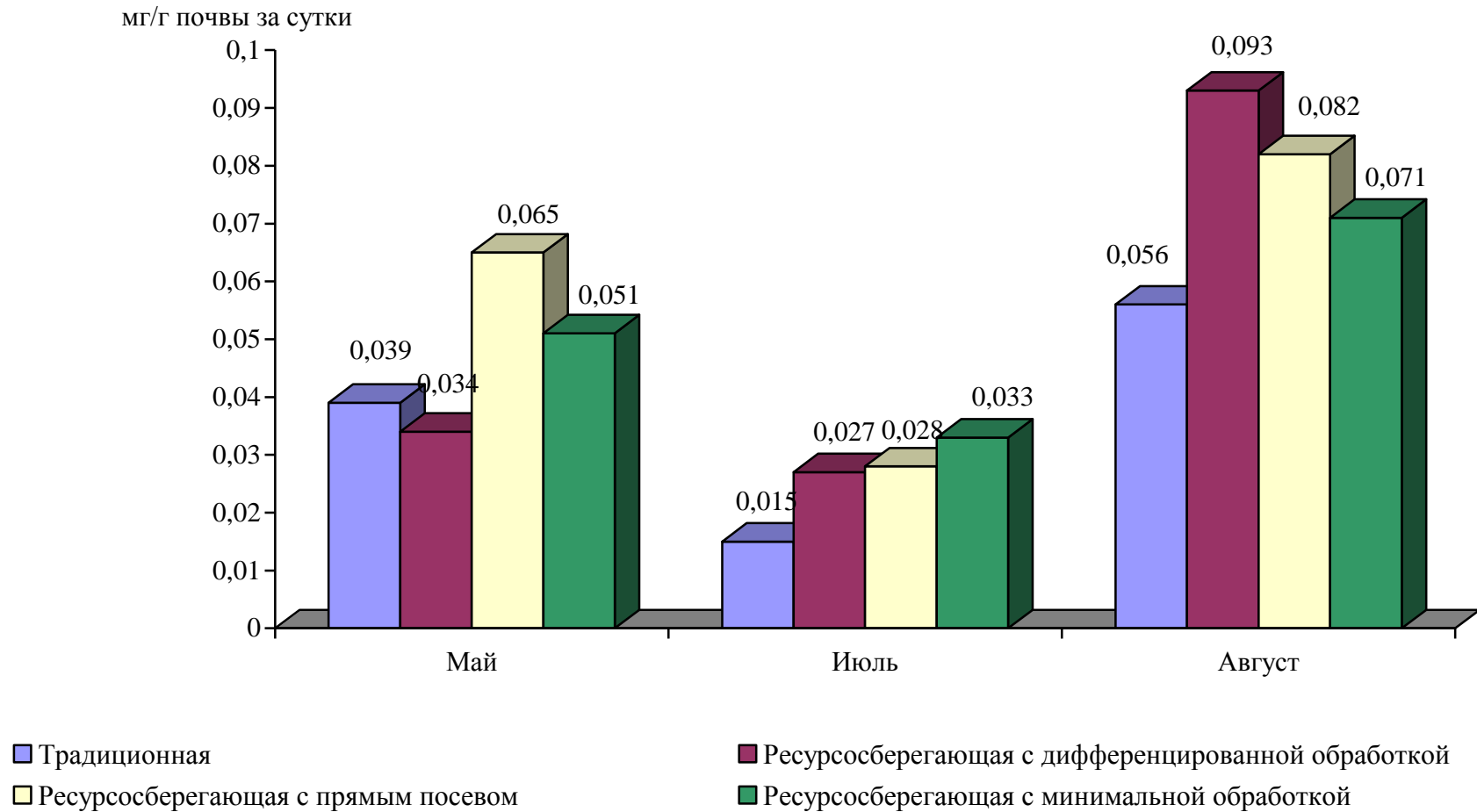


Рис. 35. Целлюлозоразлагающая активность 0-30 см слоя почвы в чистом пару при разных технологических системах обработки почвы и посева полевых культур

Проведенные наблюдения по численности развития основных групп микроорганизмов при разных технологических системах обработки почвы и посева показывают, что использование в них минимальных приемов обработки почвы и посева не приводит к ухудшению микробиологической деятельности.

Ферментативная активность почвы. Среди различных биологических критериев оценки экологического состояния почв, по мнению многих учёных наиболее чувствительным показателем при оценке биологической активности почв является активность почвенных ферментов [371, 380].

Ферменты системы - микроорганизмы – почва, играют важную роль при сохранении биохимического равновесия в почве.

По данным В.В. Пронько и других (2001) биологическая активность почвы может существенно изменяться в зависимости от вида возделываемой культуры, способа обработки почвы и степени её удобрённости [26].

Распашка и длительное сельскохозяйственное использование почв, из-за меньшей биогенности почвы и снижения количества поступающих растительных остатков, оказывает угнетающее действие на все виды изучаемых ферментов [309].

Однако некоторые ферменты, в частности каталаза реагируют на распашку слабо [267, 309].

В исследованиях Т.А. Девятовой и др. (2004) на выщелоченном чернозёме ежегодная механическая обработка, в течение первых 10 лет, привела к значительному снижению фосфатазной, уреазной и инвертазной активности. Каталазная активность изменялась в этот период незначительно. При этом уреазная активность является наиболее чувствительным биохимическим показателем при длительном воздействии удобрений. При дальнейшей распашке чернозёма обыкновенного (более 40 лет) наблюдалось дальнейшее снижение ферментативной активности. Так уреазная активность, распаханной почвы более 75 лет снизилась на 80%, по сравнению с

залежными участками, фосфатазная - на 44%, инвертазная - на 36%, каталазная - на 26% [380].

По данным В.Д. Мухи (2004) при сельскохозяйственном использовании почв значительно усиливается фосфатазная активность. При дальнейшем окультуривании дерново-среднеподзолистой, светло-серой лесной, тёмно-каштановой, красно-жёлтой почвы и чернозёма типичного отмечается повышение активности практически всех исследуемых ферментов за исключением (фосфатазы), при этом наиболее резко активизируется уреазы [268].

По мнению В.В. Пронько, Г.К. Солововой (2002) каталазная активность почвы тесно связана с содержанием гумуса и отражает уровень плодородия почв различных типов. На обыкновенном и южном чернозёмах каталазная активность находилась на относительно высоком уровне (0,15-0,16 мл 0,1н.КМnO₄ на 1г за 20мин.). На каштановой и тёмно-каштановой почвах активность каталазы ниже на 12-25% [320].

В наших исследованиях на чернозёме обыкновенном изучалось влияния различных технологических систем обработки почвы и посева полевых культур на активность ферментов каталазы, уреазы и фосфатазы.

Каталаза способствует усилению реакции разложения ядовитой для микроорганизмов и растений перекиси водорода на воду и молекулярный кислород.

Лучший водный и пищевой режим почвы, при большем содержании в верхнем слое соломы и ПКО в весенний период на технологических системах с прямым посевом ярового ячменя способствовали более активному выделению O₂ – 6,4 мл, что на 0,5 мл или 8,5 % больше варианта с постоянной минимальной обработкой почвы. Самое медленное разложение перекиси водорода, в среднем за годы исследований, установлено на вариантах с ежегодной вспашкой и дифференцированной обработкой 1 – 3,9-4,7 мл O₂ на 1 г почвы (табл. 80).

Активность каталазы в пахотном слое почвы под посевами ярового ячменя
(2005-2010 гг.), мл O₂ на 1 г

Сроки	Технологические системы обработки почвы и посева					НСР ₀₅ , среднее
	1	2	3	4	5	
весна	4,7	3,9	6,4	5,9	5,2	0,74
осень	8,4	9,2	10,4	8,3	8,8	0,95
среднее за вегетацию	6,6	6,6	8,4	7,1	7,0	0,85

К уборке ячменя на всех вариантах произошло усиление активности каталазы. Лучший водный режим при технологии с прямым посевом способствовал достоверному улучшению на 13,0-25,3 % ферментативной активности в этот период в 0-30 см слое почвы, по сравнению с другими испытываемыми вариантами. На остальных технологиях разница в активности каталазы не выявлена.

В среднем за годы исследований установлена аналогичная тенденция. Наилучшие условия для разложения перекиси водорода в течение вегетации складывались при технологии прямого посева. Технологии с постоянной минимальной и дифференцированной обработкой 3 (вар. 5) достоверно, главным образом за счёт снижения активности каталазы в период уборки, замедляли выделение O₂ на 18,3-20,0 %. При традиционной технологии и дифференцированной обработке 1 скорость реакции была наименьшей 6,6 мл O₂ на г почвы, что на 27,3 % меньше наилучшего варианта. При послойном анализе установлено равномерное распределение фермента, не зависимо от изучаемых технологий.

Уреазы вырабатываются в основном группой уробактерий, относятся к группе ферментов амидаз. Действие уреазы строго специфично: она гидролизует только мочевины, которая в почву попадает вместе с растительными остатками и органическими удобрениями, или образуется в самой почве в качестве промежуточного продукта в процессе превращения

азотистых органических соединений. Конечными продуктами гидролиза являются углекислый газ и аммиак [389].

Улучшение водного режима почвы при большем количестве измельчённой соломы и ПКО на поверхности почвы способствовали усилению активности уреазы на технологических системах обработки почвы и посева нового поколения до 0,014-0,015 мг/ г почвы. При традиционной технологии этот показатель снижался на 0,003-0,004 мг/г почвы или 27,3-36,4% (табл. 81).

Таблица 81

Ферментативная активность в пахотном слое почвы под посевами ярового ячменя (2007-2010 гг.)

Сроки	Технологические системы обработки почвы и посева					НСР ₀₅ , среднее
	1	2	3	4	5	
Уреазы, мг N-NH ₃ на 1 почвы						
весна	0,011	0,014	0,015	0,015	0,014	0,0021
осень	0,013	0,015	0,016	0,013	0,014	0,0018
среднее за вегетацию	0,012	0,015	0,016	0,014	0,014	0,0020
Фосфатаза, мг фенолфталеина на 1 г почвы						
весна	0,08	0,11	0,12	0,11	0,11	0,020
осень	0,09	0,12	0,10	0,10	0,13	0,018
среднее за вегетацию	0,09	0,12	0,11	0,11	0,12	0,019

Наибольшее выделение аммиака в период уборки происходило на варианте с прямым посевом яровых зерновых 0,016 мг, что на 0,001-0,003 мг/г почвы или на 6,7-23,1% больше, чем на остальных технологиях. В среднем за вегетацию установлена аналогичная тенденция.

Мобилизация фосфатов растениями и микроорганизмами из его органических соединений осуществляется в результате деятельности гидролитических ферментов – фосфатаз. Они катализируют отщепление остатков фосфорной кислоты, входящей в состав сложных фосфорорганических соединений. Скорость дефосфорирования почвой органических соединений принимается за её фосфатазную активность.

В период посева ярового ячменя и в среднем за вегетацию в исследованиях установлено увеличение, на вариантах с современными технологиями, по сравнению с традиционной, скорости дефосфорирования почвой органических соединений.

В течение вегетации распределение ферментов уреазы и фосфатазы, не зависимо от технологий, в пахотном слое почвы было равномерным.

Таким образом, при исследовании влияния различных технологических систем обработки почвы и посева полевых культур на активность ферментов каталазы, уреазы и фосфатазы установлено, что использование в них минимальных приемов обработки почвы и посева не приводит к ухудшению ферментативной активности почвы.

7.3. Динамика засоренности посевов

Проблема борьбы с засорённостью посевов сорняками является одной из актуальных в земледелии. Сорные растения, по сравнению с культурными, имеют более развитую корневую систему и быстрые темпы роста, потребляют из почвы больше питательных веществ и воды, способствуют массовому развитию болезней и вредителей. Даже при слабой степени засорённости полей, сорняками с одного гектара выносятся до 25 кг азота, 10 кг фосфора и 30 кг калия. При средней засорённости, вынос питательных веществ возрастает вдвое, при сильной – втрое. На получении одного кг сухого вещества сорные растения потребляют в 3-4 раза больше воды, чем культурные [17, 43].

По данным Г.И. Баздырева (2004) ЭПВ (экономический порог вредоносности) сорняков в посевах озимых культур составляет 10-20 шт/м² малолетних и 2-5 шт/м² многолетних. В посевах яровых культур данный показатель равен – 10-40 шт/м² (малолетних сорняков) и 2-3 шт/м² (многолетних) [17].

По обобщённым данным средний недобор урожая от засорённости сорняками на разных культурах составляет в России около 15%, при сильной засорённости полей достигает 30 и более %, а потенциальные потери оцениваются в размере 39-46 млн.т. зерновых единиц. При этом существенно ухудшается качество получаемой продукции [13, 71].

По экспериментальным данным Г.И. Баздырева (1993; 2004) объём потребления питательных веществ сорняками зависит не только от уровня засорённости, но и от видового состава их биологических особенностей и почвенно-климатических условий [16, 17].

Исходя из вышесказанного поиск интегрированной, рациональной, экологически безопасной системы защиты растений от сорняков является важным элементом при разработке современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

В наших исследованиях применение современных технологических систем обработки почвы и посева полевых культур с минимальными и дифференцированными обработками почвы не приводило к увеличению общей засорённости посевов, по сравнению с традиционной.

Перед обработкой гербицидами на посевах ранних яровых зерновых культур ЭПВ по сорнякам был превышен на всех изучаемых вариантах. Степень засорённости посевов сорняками, в том числе и многолетними, колебалась от средней до сильной. Наименьшее количество сорняков, связанное с высокой сороочищающей ролью паров, отмечено на посевах яровой пшеницы в 4 поле севооборота 22,0-39,6 шт/м², при наибольших значениях на варианте с традиционной технологией. С удалением от пара засорённость полей в севообороте возрастала (табл. 82).

Максимальное количество сорняков, связанное с отсутствием химических способов борьбы с сорняками в предшествующем поле, выявлено на 6 поле изучаемого севооборота. При этом наиболее оптимальные условия для прорастания малолетних сорняков (виды щетинника, щирицы,

горца вьюнкового и др.) складывались здесь на вариантах с постоянной вспашкой и дифференцированной обработкой 1 в севообороте.

Таблица 82

Засоренность яровых зерновых в фазу кущения перед обработкой гербицидами при разных технологических системах обработки почвы и посева, шт/м² (2000-2010 гг.)

Культуры	Сорняки	Технологические системы				
		1	2	3	4	5
4. Яровая пшеница (просо)	Всего	39,6	30,8	28,9	22,0	27,3
	в т. ч. мног.	2,5	2,6	6,6	3,6	2,6
6. Яровая пшеница (горох + овёс)	Всего	78,2	80,5	66,1	65,4	68,3
	в т. ч. мног.	3,9	2,6	4,4	1,7	5,5
7. Ячмень	Всего	34,2	47,5	32,7	28,4	26,2
	в т. ч. мног.	2,8	2,2	9,3	2,2	2,9
Среднее	Всего	50,7	52,9	42,6	38,6	40,6
	в т. ч. мног.	3,1	2,5	6,8	2,5	3,7

В среднем по ранним яровым зерновым перед обработкой гербицидами установлена средняя степень засорённости посевов. Наименьшая отмечена на 4 варианте -38,6 шт./м². При современных технологическими системами (с прямым посевом и обработкой дисками) этот показатель возрастал на 2,0-4,0 шт./м² (5,2-10,4%). Наибольшая общая засорённость посевов выявлена на вариантах с ежегодной вспашкой и дифференцированной обработкой 1 – 50,7-52,9 шт./м² сорняков соответственно.

Внесение один раз в ротацию гербицидов сплошного действия, на варианте с прямым посевом позволило удерживать засорённость многолетними корнеотпрысковыми сорняками, за исключением заключительного поля севооборота на среднем уровне. Однако, по сравнению с другими вариантами, количество многолетних сорняков здесь возрастало в начальные фазы развития яровых зерновых в 1,8-2,7 раза, что в конечном

итоге оказывало более существенное негативное влияние на рост культурных растений, по сравнению с другими изучаемыми вариантами.

Применение смесевых препаратов нового поколения (Дифезан, Калибр, Секатор Турбо) способствовало уничтожению всех двудольных малолетних сорняков и значительной части злостных многолетних корнеотпрысковых (осот полевой, бодяк полевой, молокан татарский). Оставшиеся в посевах после обработки гербицидами многолетние сорняки (в основном вьюнок полевой) были угнетены.

Во второй срок наблюдений видовой состав был представлен в основном злаковыми сорняками (виды щетинника, куриное просо и т.д.), которые были слабо развиты и не оказывали значительного влияния на условия роста и развития исследуемых культур (табл. 83).

Таблица 83

Засоренность яровых зерновых (фаза колошения) при разных технологических системах обработки почвы и посева, шт/м² (2000-2010 гг.)

Культуры	Сорняки	Технологические системы				
		1	2	3	4	5
4. Яровая пшеница (просо)	Всего	13,6	15,0	18,3	11,6	14,7
	в т. ч. мног.	2,0	0,9	2,8	0,3	1,0
6. Яровая пшеница (горох + овёс)	Всего	50,2	46,7	37,0	38,8	45,0
	в т. ч. мног.	1,1	0,9	1,2	0,3	0,7
Ячмень	Всего	20,9	28,8	19,3	17,9	15,9
	в т. ч. мног.	0,9	1,4	3,0	0,7	1,2
Среднее	Всего	28,2	30,2	24,9	22,8	25,2
	в т. ч. мног.	1,3	1,1	2,3	0,4	1,0

По многолетним сорнякам, во второй срок наблюдений, ЭПВ был превышен в четвёртом и заключительном поле севооборота на варианте с прямым посевом.

При лучших условиях для роста и развития растений (водный, пищевой режимы почвы) увеличение засорённости посевов многолетними

сорняками при технологии с прямым посевом ранних яровых зерновых культур не обеспечило увеличение урожайности культуры, по сравнению с другими вариантами.

Средняя общая засорённость посевов яровых в зависимости от изучаемых технологий изменялась незначительно.

Перед уборкой урожая озимой пшеницы, на посевах которой в большинстве исследуемых лет гербициды не применялись, общая засорённость сорняками, благодаря хорошей сороочищающей роли паров и сомкнутости стеблестоя растений культуры, на всех изучаемых вариантах была слабой (табл. 84, прил. 54).

Таблица 84

Засоренность посевов перед уборкой при разных технологических системах обработки почвы и посева, шт/м² (среднее 2000-2010 гг.)

Культуры	Сорняки	Технологические системы обработки почвы и посева				
		1	2	3	4	5
Озимая пшеница	Всего	7,2	10,7	11,4	10,2	10,7
	в т. ч. мног.	2,1	1,9	3,5	3,1	2,3
Яровая пшеница, (просо)	Всего	22,0	17,4	22,2	21,3	15,1
	в т. ч. мног.	2,0	2,0	4,1	1,0	2,1
Яровая пшеница (кукуруза)	Всего	22,1	26,1	23,2	26,5	18,1
	в т. ч. мног.	0,6	1,0	1,6	0,9	1,1
Яровые (закл. поле)	Всего	22,5	25,1	31,3	21,4	22,6
	в т. ч. мног.	0,7	1,1	3,4	1,9	1,2
Среднее	Всего	18,5	19,8	22,0	20,1	16,6
	в т. ч. мног.	1,4	1,5	3,2	1,7	1,7

Однако существенное увеличение засорённости посевов многолетними сорняками, при возделывании по раннему пару (3) на 0,4-1,6 шт/м² (12,9-84,2 %), стало одной из причин снижения урожайности зерна озимой пшеницы здесь, по сравнению с другими исследуемыми вариантами

В посевах яровой пшеницы и ячменя, не зависимо от изучаемых технологий, общая засорённость, по сравнению с озимой пшеницей повышалась в два и более раза до 15-31 шт/м².

С удалением полей от чистого пара, тенденция превышения ЭПВ по многолетним сорнякам на варианте с прямым посевом сохранилась, что при лучших условиях для роста и развития растений не способствовало увеличению урожайности исследуемых яровых культур.

При анализе зависимости засорённости посевов от условий увлажнения весенне-летнего периода установлено существенное увеличение количества сорняков в 1,6-2,8 раза, по сравнению с годами, когда количество осадков было ниже нормы (табл. 85).

Таблица 85

Засоренность посевов перед уборкой при разных технологических системах обработки почвы и посева, шт/м² (среднее 2000-2010 гг.)

Культуры	Сорняки	Технологические системы обработки почвы и посева					НСР ₀₅
		1	2	3	4	5	
Озимая пшеница*	Всего	10,4/ 4,6	15,4/ 8,0	16,9/ 8,4	13,6/ 8,3	18,3/ 6,5	5,18/ 2,30
	в т. ч. мног.	0,8/ 2,8	1,3/ 2,2	1,2/ 4,8	3,5/ 2,9	1,4/ 2,8	-
Яровая пшеница, (просо)**	Всего	34,9/ 11,3	28,6/ 8,1	38,2/ 8,8	33,7/ 11,0	25,1/ 6,8	5,74/ 1,99
	в т. ч. мног.	3,2/ 1,1	3,9/ 0,5	6,8/ 1,9	1,1/ 1,0	3,5/ 0,9	-
Яровая пшеница (кукуруза)	Всего	34,4/ 11,8	45,6/ 10,0	43,5/ 7,4	44,1/ 11,9	32,0/ 6,6	6,28/ 2,10
	в т. ч. мног.	0,6/ 0,6	0,7/ 1,2	2,1/ 1,1	0,6/ 1,1	0,9/ 1,2	-
Яровые (закл. поле)	Всего	39,5/ 8,4	45,8/ 7,9	56,1/ 10,9	38,1/ 9,3	39,5/ 8,8	4,90/ 3,27
	в т. ч. мног.	1,3/ 0,6	1,5/ 1,0	4,5/ 2,9	2,7/ 1,3	1,3/ 1,1	-

Примечание: * в числителе среднее за влажные май-июнь >85 мм осадков годы; в знаменателе среднее за сухие <75 мм годы; ** в числителе среднее за влажные май-июль >130 мм годы; в знаменателе среднее за сухие <115 мм годы.

На озимой пшенице, при традиционной технологии, максимальная общая засорённость посевов установлена в годы с большим количеством осадков за апрель-июнь ($r=0,61^*$) (табл. 86).

Существенная корреляционная взаимосвязь общей количественной засорённости посевов перед уборкой урожая со средообразующими факторами и количественной засорённостью многолетними сорняками (2000-2010 гг.)

Показатели	Технологии				
	1	2	3	4	5
Озимая пшеница (общая засорённость)					
1. Осадки (апрель-июнь)	0,61*	0,41	0,58	0,59	0,60
2. Осадки (май-июнь)	0,42	0,48	0,49	0,57	0,65*
2. Осадки (апрель)	0,64*	0,10	0,46	0,51	0,25
3. Осадки (июнь)	0,61*	0,58	0,68*	0,70*	0,71*
-//- (многолетние сорняки)					
1. Осадки (май)	-0,68*	-0,58	-0,24	-0,55	-0,16
2. ГТК (май)	-0,62*	-0,52	-0,26	-0,47	-0,13
Яровая пшеница (предшественник просо) - общая засорённость					
1. Осадки (май-июль)	0,59	0,57	0,70*	0,60	0,69*
2. Осадки (июль)	0,66*	0,87**	0,80**	0,70*	0,83**
3. ГТК (июль)	0,67*	0,86**	0,80**	0,71*	0,83**
4. ГТК (май-июль)	0,54	0,51	0,65*	0,55	0,64*
2. Количество мног. сорняков	0,82**	0,73*	0,99**	0,62*	0,89**
-//- (многолетние сорняки)					
1. Осадки (май-июль)	0,44	0,42	0,52	0,38	0,48
2. Осадки (июль)	0,34	0,69*	0,57	0,20	0,66*
3. ГТК (июль)	0,35	0,68*	0,57	0,23	0,65*
Яровая пшеница (кукуруза)					
1. Осадки (май-июль)	0,48	0,48	0,49	0,37	0,52
2. Осадки (июль)	0,69*	0,58	0,66*	0,54	0,64*
3. ГТК (июль)	0,68*	0,59	0,66*	0,54	0,65*
2. Температура воздуха (сентябрь-август)	-0,74*	-0,86**	-0,83**	-0,87*	-0,82**
-//- (многолетние сорняки)					
1. Осадки (сентябрь-апрель)	0,70*	-0,24	-0,17	0,04	-0,01
Яровые зерновые (общая засорённость)					
1. Осадки (май-июль)	0,65*	0,74*	0,59	0,70*	0,65*

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

На остальных изучаемых вариантах наиболее тесная взаимосвязь выявлена с осадками мая-июня ($r = 0,48-0,65^*$), главным образом за счёт осадков июня ($r = 0,58-0,71^*$).

При анализе зависимости засорённости посевов многолетними сорняками выявлена обратная тенденция, связанная с уменьшением конкурентоспособности растений озимой пшеницы в сухие годы и возрастом вследствие этого засорённости данными видами сорняков

При возделывании озимой пшеницы по раннему пару (3) не выявлено существенной взаимосвязи осадков весенне-летнего периода с общей засорённостью посевов, при этом во все годы исследований, по сравнению с контролем, установлено достоверное увеличение количества сорняков. Во влажные годы возрастание засорённости на данном варианте было связано с увеличением количества второй волны малолетних сорняков.

В годы с количеством осадков за май-июнь меньше нормы, на варианте с ранним паром установлено возрастание, по сравнению с контролем, многолетних сорняков.

На яровых зерновых культурах в годы с недостаточным количеством осадков за вегетацию (май-июль) применение послевсходовых гербицидов способствовало хорошей защите посевов яровых зерновых культур от сорняков на всех изучаемых вариантах. Их количество на всех вариантах опыта к уборке урожая не превышало ЭПВ.

В годы с количеством осадков за вегетацию культур больше нормы, главным образом за счёт дождей в июле, выявлено при более низкой конкурентной способности растений яровых зерновых к сорнякам, по сравнению с озимыми, прорастание второй волны сорняков, в основном однодольных, и увеличению общей засорённости посевов выше ЭПВ.

До 4 поля севооборота, где возделывалась яровая пшеница (предшественник просо), применение современных технологий систем обработки почвы и посева не увеличивало анализируемый показатель, по сравнению с традиционной.

Количество сорняков, в том числе и многолетних, на всех исследуемых вариантах здесь существенно зависело от условий увлажнения и ГТК июля ($r=0,66^*-0,87^{**}$ и $r=0,20-0,69^*$ соответственно).

В конце вегетации культуры увеличение количество осадков и снижение затенения яровой пшеницей почвы способствовало отрастанию второй волны сорняков.

В шестом поле севооборота, в годы с большим количеством осадков за вегетационный период отмечено возрастание численности малолетних сорняков на 26,5-32,6 % на вариантах с минимальными обработками и прямым посевом яровых зерновых (2-4), по сравнению с контролем. При этом общее количество сорняков на всех вариантах опыта здесь также существенно зависело от условий увлажнения и ГТК июля ($r=0,54-0,69^*$).

В заключительном поле севооборота установлено существенное превышение ЭПВ по сорнякам на варианте с прямым посевом. При этом в отличие от других вариантов их количество в меньшей степени зависело от условий увлажнения вегетационного периода.

В среднем по севообороту, к уборке урожая, засорённость посевов в сухие годы не зависимо от изучаемых технологических систем обработки почвы и посева была слабой и составила – 7,2-10,1 шт/м². В годы с количеством осадков выше нормы за вегетационный период численность сорняков возростала до среднего уровня (29,8-38,7 шт/м²). При этом существенное увеличение количества сорняков на 14,2-34,8 %, по сравнению с другими технологическими системами, установлено на варианте с прямым посевом яровых зерновых (рис. 36).

В целом длительное применение современных технологических систем обработки почвы и посева с интегрированной защитой растений (2000-2010гг.) способствовало существенному снижению к уборке урожая общей засорённости посевов (в 2,3-2,9 раз), по сравнению с вариантами (глава 4), где изучались способы основной обработки почвы (рис. 37).

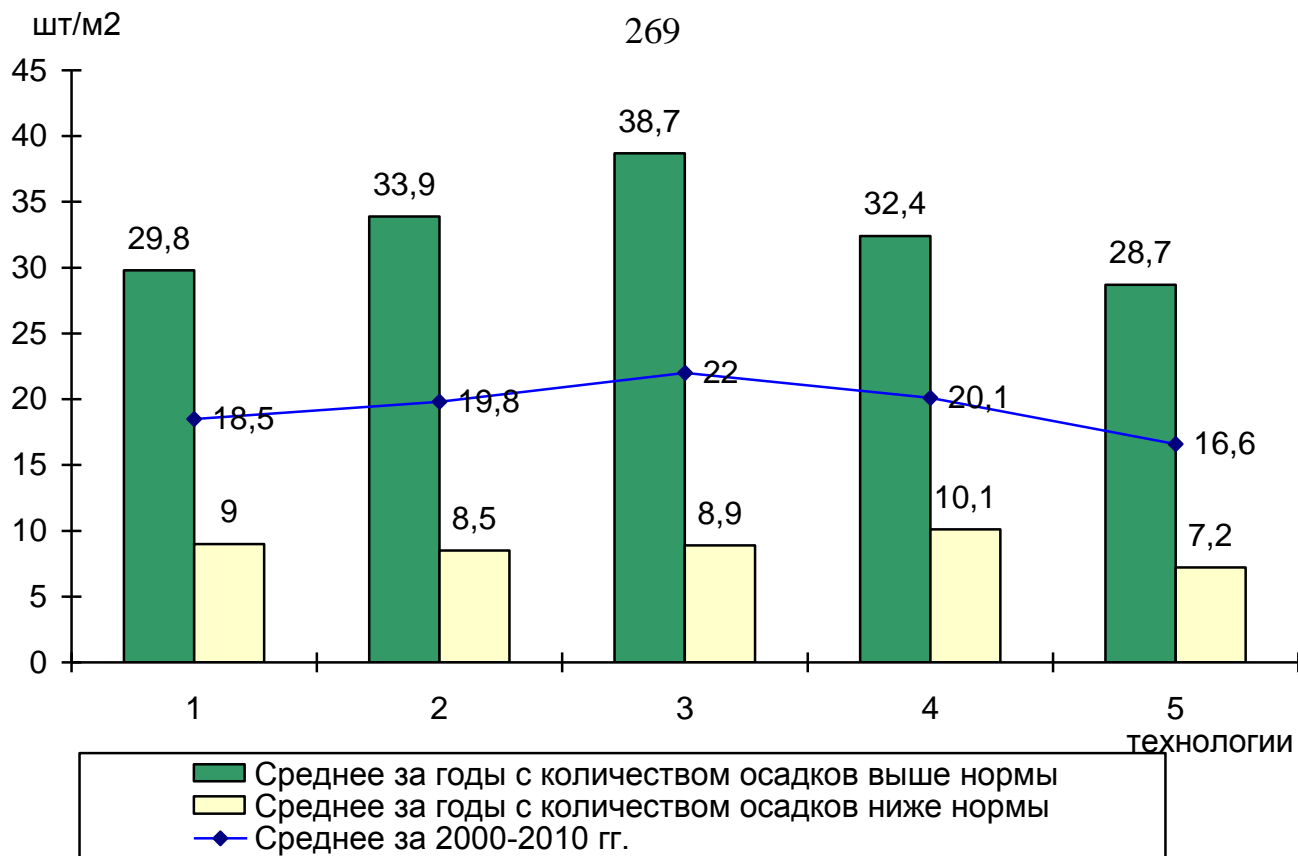


Рис. 36. Общая засорённость посевов сорняками в севообороте в зависимости от количества осадков весенне-летней вегетации, шт/м²

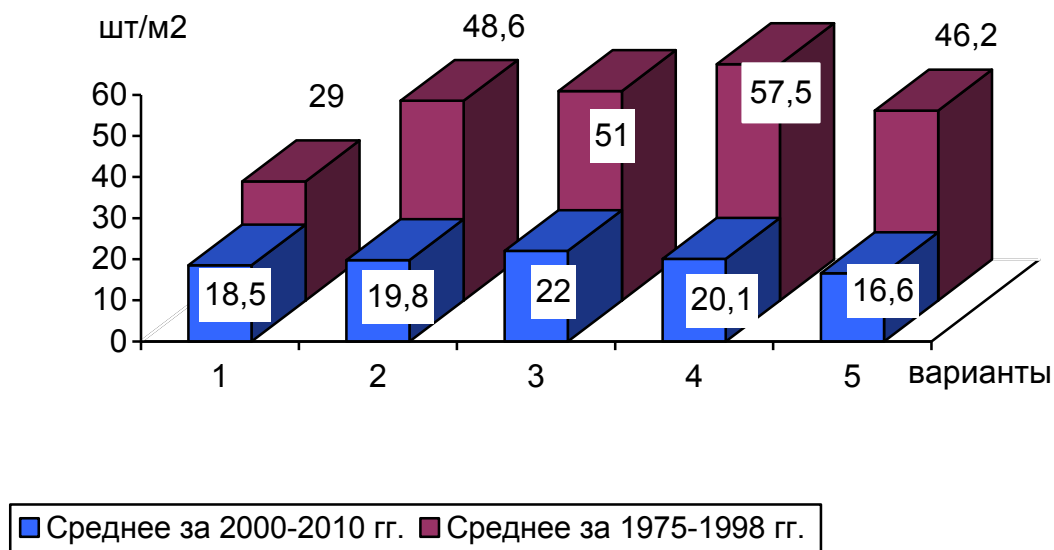


Рис. 37. Динамика общей засорённости посевов в семипольном зернопаропропашном севообороте к уборке урожая, шт/м²

При анализе динамики засорённости многолетними сорняками выявлены другие тенденции, по сравнению с общей засорённостью посевов. При отсутствии основной обработки почвы (3) в исследованиях установлено существенное увеличение засорённости многолетними сорняками на 1,7 шт/м² или в 2,1 раза, превышающее ЭПВ, по сравнению с вариантом, где изучалась ежегодная плоскорезная обработка на 20-22 см (1975-1998 гг.). Сочетание постоянной минимальной обработки в севообороте с применением гербицидов нового поколения способствовало снижению засорённости многолетними сорняками в 1,5 раза до уровня ниже ЭПВ. На остальных вариантах изменения в показателях засорённости не установлены (рис. 38).

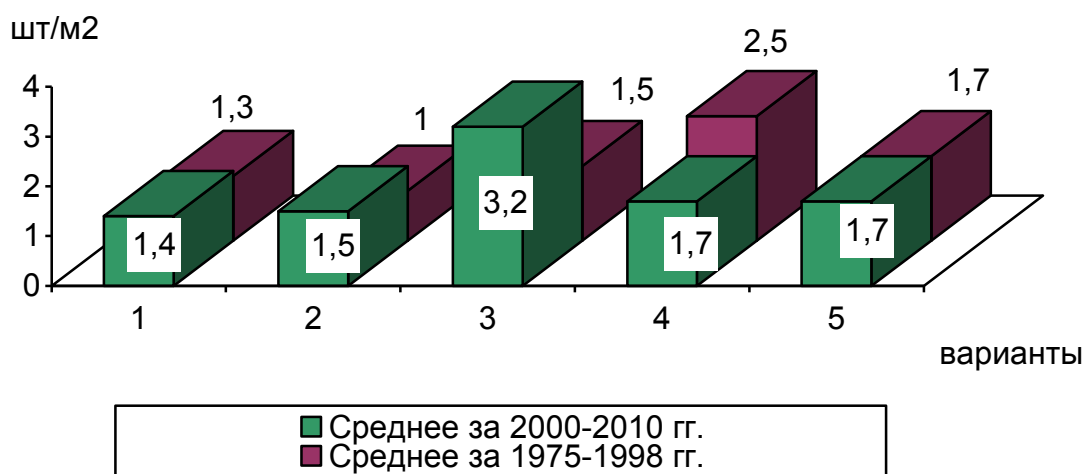


Рис. 38. Динамика засорённости посевов многолетними сорняками в семипольном зернопаропропашном севообороте к уборке урожая, шт/м²

Таким образом, длительное применение современных технологических систем обработки почвы и посева с минимальной и дифференцированными обработками почвы в севообороте, с использованием интегрированной защиты растений от сорняков не приводит к увеличению общей засорённости посевов по сравнению с традиционной технологией.

На варианте с прямым посевом яровых зерновых дополнительное применение один раз в ротацию гербицидов сплошного действия позволило

удерживать засорённость многолетними корнеотпрысковыми сорняками на среднем уровне. Однако, по сравнению с другими вариантами засорённость посевов многолетними сорняками здесь возростала в течение вегетации в 1,8 и более раза до уровня ЭПВ, что не позволило при лучших условиях для роста и развития растений (водный, пищевой режимы почвы) обеспечить увеличение урожайности изучаемых культур.

7.4. Особенность роста и развития растений, элементы структуры урожая

Обеспечение оптимальных агрофизических и агрохимических свойств почвы, защита посевов от сорняков вредителей и болезней проводится с целью – создания благоприятных условий для роста и развития растений и, в конечном итоге, получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

В наших исследованиях, при изучении влияния технологических систем обработки почвы и посева на рост и развитие растений в период вегетации проведены фенологические наблюдения, в фазу восковой спелости зерна – анализ элементов структуры урожая.

По данным исследований, в условиях 2000-2010 годов не установлено различий в сроках наступления фаз развития растений в зависимости от изучаемых технологических систем.

Для того чтобы определить все ли потенциальные почвенно-климатические возможности региона и генетический потенциал растений были использованы при формировании урожая в зависимости от изучаемых технологических систем обработки почвы и посева полевых культур, проведён анализ элементов структуры урожая.

Коэффициент общей и продуктивной кустистости. В наших исследованиях анализируемые показатели в большей степени зависели от биологических особенностей растений и практически не изменялись при применении изучаемых технологических систем.

Наибольший коэффициент общей и продуктивной кустистости из исследуемых культур севооборота выявлен на посевах озимой пшеницы - 2,79-2,86 и 2,50-2,56 соответственно, при одинаковых значениях на раннем (3) и чёрном (остальные варианты) парах (табл. 87).

При возделывании по традиционной технологии из средообразующих факторов на кустистость озимой пшеницы в большей мере влияла температура воздуха и запасы продуктивной влаги в почве в период посева (прил. 55, 56). В засушливых условиях Среднего Заволжья на вариантах с постоянной минимальной и дифференцированными осенними обработками 1 и 3 в севообороте наибольшее влияние ($r=-0,66^*-0,72^*$) на коэффициент общей кустистости оказывала температура в период от начала возобновления весенней вегетации до налива зерна (апрель-июнь). При возделывании озимой пшеницы по традиционной технологии и раннему пару данный показатель в большей степени зависел ($r=-0,65^*-0,67^*$) от температуры в период парования (сентябрь- август). В период весенне-летней вегетации культуры взаимосвязь между показателями снижалась ($r=-0,60-0,62^*$).

По данным исследований коэффициент продуктивной кустистости озимой пшеницы была тесно связана с коэффициентом общей кустистости ($r=0,97^{**}-0,99^{**}$). При этом на продуктивную кустистость наибольшее влияние ($r=-0,65^*-0,75^{**}$) на всех изучаемых технологияческих системах оказывала температура в период от начала возобновления вегетации до налива зерна (апрель-июнь). При понижении температуре воздуха в данный период до $11,9^{\circ}\text{C}$ коэффициент продуктивной кустистости увеличивался до 2,7-3,5. При повышении температуры воздуха до $16,2^{\circ}\text{C}$ в аномально жарком 2010 году коэффициент на изучаемых вариантах снижался до минимальных значений -1,2-1,4.

На посевах яровой мягкой пшеницы, по сравнению с другими изучаемыми культурами севооборота, установлен наименьший коэффициент общей и продуктивной кустистости - 1,36-1,50 и 1,32-1,41 соответственно,

Таблица 87

Параметры элементов структуры урожая сельскохозяйственных культур при разных технологических системах обработки почвы и посева (2000-2010 гг.)

Варианты	Коэффициент кустистости		Продуктивность колоса		Масса зерна растения, г	Высота растения, см	Количество продуктивных стеблей, м ²
	общий	продуктивный	число зерен, шт.	масса зерна, г			
Озимая пшеница							
1	2,84	2,56	18,7	0,68	1,76	83,7	351,7
2	2,80	2,51	20,0	0,73	1,87	84,4	354,0
3	2,79	2,52	19,2	0,69	1,77	82,9	327,8
4	2,86	2,56	20,2	0,72	1,88	84,8	344,1
5	2,79	2,50	19,1	0,69	1,74	84,3	349,1
Яровая пшеница (просо)							
1	1,47	1,41	19,8	0,65	0,93	67,8	220,6
2	1,40	1,32	19,3	0,64	0,88	66,2	226,3
3	1,44	1,37	19,6	0,65	0,92	67,7	221,9
4	1,40	1,36	19,6	0,64	0,89	67,4	220,5
5	1,40	1,35	19,1	0,64	0,89	65,3	212,0

при максимальных показателях на варианте с традиционной технологией (табл. 88).

Наибольшее влияние на кустистость яровой пшеницы в наших исследованиях оказывала температура воздуха в фазы кушения-трубкования (июнь) (прил.56).

При удалении яровой пшеницы от пара (предшественник кукуруза, горох +овёс), вследствие худших условий для развития, за исключением варианта 3, взаимосвязь кустистости с анализируемым показателем возрастала ($r=-0,76^*-0,89^{**}$). При этом, как и на озимой продуктивная кустистость яровой пшеницы, независимо от предшественников была тесно связана с общей ($r=0,96^{**}-1,00^{**}$).

Коэффициент общей и продуктивной кустистости ярового ячменя существенно возрастал по сравнению с яровой пшеницей и составил, в среднем за годы исследований, – 2,02-2,12 и 1,83-2,00 соответственно, при максимальных значениях на варианте с традиционной технологией.

Как и на яровой пшенице, наибольшее влияние на кустистость ячменя оказывала температура июня, однако вследствие более быстрого развития культуры взаимосвязь между признаками, по сравнению с пшеницей, снижалась на всех вариантах до значимой на 5% уровне и незначительной.

Количество зёрен с колоса. Применение технологических систем обработки почвы и посева озимой пшеницы с минимальной и дифференцированной обработкой 1 в севообороте, в среднем за годы исследований, обеспечило получение наибольшего количества зёрен с колоса 20,0-20,2 шт., что на 0,8-1,5 шт. (4,2-8,0 %) больше, чем на остальных изучаемых вариантах. В благоприятные годы их количество доходило до 22-25 шт. В самом засушливом 2010 году количество зёрен с колоса снижалось до 9-11.

Проведённый корреляционный анализ выявил существенное влияние на анализируемый показатель, особенно на вариантах, где получено наибольшее

Таблица 88

Параметры элементов структуры урожая яровых зерновых культур при разных технологических системах обработки почвы и посева (2000-2010 гг.)

Варианты	Коэффициент кустистости		Продуктивность колоса		Масса зерна растения, г	Высота растения, см	Количество продуктивных стеблей, м ²
	общий	продуктивный	число зерен, шт.	масса зерна, г			
Яровая пшеница (кукурузу, горох+овёс)							
1	1,50	1,41	18,8	0,60	0,87	68,7	238,9
2	1,36	1,33	19,0	0,63	0,88	68,1	226,1
3	1,43	1,37	19,3	0,63	0,88	70,0	223,2
4	1,43	1,37	19,0	0,60	0,85	66,4	228,9
5	1,36	1,33	19,4	0,62	0,85	67,9	223,0
Яровой ячмень (заключительное поле)*							
1	2,12	2,00	13,6	0,59	1,20	59,9	369,5
2	2,02	1,87	13,5	0,57	1,10	57,5	365,3
3	2,07	1,87	14,2	0,60	1,15	58,1	360,0
4	2,03	1,92	13,3	0,57	1,13	58,0	359,5
5	2,00	1,83	13,9	0,58	1,09	58,0	339,2

Примечание* элементы структуры урожая рассчитаны за 6 лет (2000-2002, 2008-2010гг.)

количество зерна с колоса, относительной влажности воздуха ($r=0,56-0,79^{**}$) за период кущение-налив зерна (май-июнь). На вариантах с ранним и чёрным паром, обработанным дисками, вследствие усиления других факторов (засорённости многолетними сорняками, ухудшения питательного режима и др.) взаимосвязь между показателями снижалась до наименьших значений ($r=0,56-0,62^*$) (прил. 57).

Кроме относительной влажности воздуха на всех изучаемых вариантах выявлена существенная обратная взаимосвязь показателя с температурой воздуха за май-июнь.

На яровой пшенице количество зёрен с колоса в зависимости от изучаемых технологических систем изменялось не существенно. В благоприятные годы их количество достигало 21-29 штук. В чрезвычайно аномальном 2010 году – снижалось до 6-8 штук. В среднем за годы исследований, количество зёрен в колосе составило – 18,8-19,8 шт. При этом с удалением от парового поля установлено снижение данного показателя по традиционной технологии на 5,3%. На остальных вариантах, количество зёрен с колоса яровой пшеницы не зависело от предшественника.

На посевах, возделываемых по предшественнику просу, как и на озимой пшенице, наибольшее влияние из абиотических факторов (осадки, температура, ГТК, относительная влажность воздуха) на показатель оказывала относительная влажность воздуха. Установлено существенное влияние относительной влажности воздуха ($r=0,55-0,74^{**}$) за период всходы-колошение (май-июнь).

В шестом поле севооборота, на вариантах с постоянной мелкой и дифференцированными обработками почвы в севообороте, кроме относительной влажности воздуха в опытах выявлена существенная обратная взаимосвязь количества зёрен с колоса яровой пшеницы с температурой воздуха за май-июнь и май-июль ($r=-0,63^*-0,77^{**}$). На варианте с традиционной технологией установлена наименьшая взаимосвязь показателя с температурой и относительной влажностью воздуха, которая снижалась до несущественных показателей.

Применение ресурсосберегающих технологических систем обработки почвы и посева, как и на других культурах, по сравнению с традиционной, не снижало количество зёрен с колоса ячменя. В среднем за годы исследований их количество составило 13,3-14,2 шт. и 13,6 шт. соответственно. В благоприятные годы по увлажнению количество зёрен с колоса возрастало до 17-20 шт., в засушливые снижалось до 9-11.

В отличие от пшеницы существенная взаимосвязь показателя установлена только с температурой воздуха ($r=-0,70-0,89^*$) в период трубкования - налива зерна (июнь).

Масса зерна с колоса. На посевах озимой пшеницы данный элемент структуры урожая существенно зависел от количества зерна с колоса ($r=0,91^{**}-0,93^{**}$). В результате большее количество зерна на вариантах с минимальной и дифференцированной обработкой 1 в севообороте обеспечило увеличение массы зерна с колоса на 0,03-0,05 г (4,3-7,4%), по сравнению с другими вариантами. В благоприятные годы масса зерна с колоса составляла 0,9-1,0 г, в засушливые снижалась до 0,3-0,4 г.

Из абиотических факторов наибольшее влияние на показатель оказывала относительная влажность воздуха ($r=0,68^*-0,77^{**}$) в фазы развития колошение-налив зерна (июнь) и температура воздуха за май-июнь ($r = -0,64^*- -0,73^{**}$) (прил. 58).

На яровой пшенице масса зерна с колоса, как и его количество в зависимости от изучаемых технологий изменялась не существенно. При этом с удалением полей от пара установлено снижение массы зерна яровой пшеницы на 0,01-0,05г (1,6-8,3%), связанное с ухудшением условий для роста и развития растений (увеличение общей засорённости, снижение подвижных питательных веществ в почве). В благоприятные годы масса зерна с колоса доходила до 0,8-0,9 г, в засушливом 2010 году снижалась до 0,16-0,23 г.

На посевах яровой пшеницы, как и озимой, масса зерна с колоса достоверно на 1% уровне зависела от количества зерна в колосе ($r=0,90^{**}-0,96^{**}$). Вследствие этого из абиотических факторов наибольшее влияние на

показатель в посевах, где полю предшествовало просо, оказывала относительная влажность воздуха ($r=0,63^*-0,77^{**}$) за период всходы-колошение (май-июнь). В шестом поле севооборота, на вариантах с постоянной мелкой и дифференцированными обработками почвы в севообороте, кроме относительной влажности воздуха в опытах выявлена существенная обратная взаимосвязь массы зерна с температурой воздуха за май-июль ($r=-0,70^*-0,74^{**}$). На варианте с традиционной технологией, как и по количеству зёрен, установлена наименьшая взаимосвязь массы зёрна с колоса с температурой и относительной влажностью воздуха, по сравнению с другими вариантами, которая снижалась до несущественных значений.

На яровом ячмене аналогично яровой пшеницей масса зерна с колоса, как и его количество в зависимости от изучаемых технологий изменялось не существенно, и составила 0,57-0,60 г. При этом в благоприятные годы масса зерна с колоса доходила до 0,7-0,8 г, в засушливом 2010 году снижалась до 0,3-0,35 г.

В отличие от озимой и яровой пшеницы взаимосвязь массы зерна с колоса ячменя от количества зерна в колосе снижалась до значимой на 5% уровне (вар. 3-5) и не существенной (вар. 1, 2). Кроме того, масса зерна с колоса ячменя существенно зависела от осадков осеннего периода ($r=0,75-0,89^*$), а на вариантах 1, 3, 5 от запасов продуктивной влаги в почве в весенний период, что свидетельствует о необходимости при возделывании данной культуры дополнительных мер по накоплению и сохранению осенних и зимних осадков.

Из абиотических факторов наибольшее влияние в отличие от пшеницы практически на всех вариантах оказывала температура воздуха ($r=-0,93^{**}-0,96^{**}$) в период всходы - налив зерна (май-июнь). Влияние относительной влажности воздуха в фазы трубкование-налив зерна (июнь), за исключением варианта с дифференцированной обработкой, было менее значимо ($r=0,88^*-0,90^*$). Кроме того, на варианте с традиционной технологией масса зерна с колоса существенно зависела от осадков мая-июня и июня ($r=0,87^*$ и $0,83^*$ соответственно).

Масса зерна с растения. На посевах озимой пшеницы данный элемент структуры урожая, на технологических системах нового поколения, в первую очередь зависел от массы зерна с колоса ($r=0,78^{**}-0,81^{**}$). Кроме того, на этих вариантах установлена взаимосвязь массы зерна с растения с количеством зерна с колоса ($r=0,73^{*}-0,79^{**}$) коэффициентом продуктивной ($r=0,69^{*}-0,80^{**}$) и общей кустистости ($r=0,62^{*}-0,78^{**}$) (прил. 59).

При традиционной технологии максимальная положительная взаимосвязь массы зерна с растения выявлена с коэффициентом продуктивной кустистости ($r=0,79^{**}$). Взаимосвязь с другими элементами структуры урожая снижалась до значимой на 5% уровне ($r=0,68^{*}-0,74^{*}$).

Более высокие показатели (количества и массы зерна с колоса) на вариантах с постоянной мелкой и дифференцированной обработкой 1 в севообороте способствовали увеличению массы зерна с растения, в среднем за годы исследований, на 0,10-0,14 г (5,6-8,0%), по сравнению с другими вариантами. В благоприятные годы масса зерна с растения на изучаемых вариантах составляла 2,9-3,4 г, в засушливом 2010 году она снижалась до – 0,37-0,48 г.

Из абиотических факторов наибольшее влияние на массу зерна с растений озимой пшеницы, возделываемой по чёрному пару, оказывала температура воздуха ($r=-0,70^{*}-0,78^{**}$) в фазы развития трубкование-налив зерна (июнь). На варианте с ранним паром (3) максимальная обратная взаимосвязь, из-за худших условий для развития (большая засорённость многолетними сорняками) установлена с температурой ($r=-0,75^{**}$) от начала вегетации до налива зерна (апрель-июнь).

На яровой пшенице, возделываемой по просу, лучшие показатели коэффициента продуктивной кустистости на вариантах с ежегодной вспашкой и прямым посевом яровых зерновых способствовали, в среднем за годы исследований получению максимальной массы зерна с растения (0,92-0,93 г.), что на 0,03-0,05г (3,4-5,7 %) больше других вариантов (табл. 87).

В шестом поле севооборота масса зерна с растений, как и остальные элементы структуры урожая в зависимости от изучаемых технологий изменялось не существенно.

В благоприятные годы масса зерна с растения на обоих полях яровой пшеницы доходила до 1,4-1,7 г, в засушливом 2010 году снижалась до 0,13-0,29 г.

Из элементов структуры урожая, в четвёртом поле севооборота, за исключением варианта с прямым посевом яровых зерновых, масса зерна с растения, в первую очередь зависела от массы зерна с колоса ($r=0,87^{**}-0,89^{**}$) и его количества ($r=0,81^{**}-0,88^{**}$). Кроме того, на вариантах с дифференцированной обработкой почвы в севообороте установлена значимая на 1% уровне взаимосвязь с коэффициентом продуктивной ($r=0,79^{**}-0,88^{**}$) и общей кустистости ($r=0,80^{**}-0,87^{**}$) (прил.59).

На посевах яровой пшеницы (6 поле) на всех изучаемых вариантах максимальная взаимосвязь массы зерна с растения установлена с массой зерна с колоса ($r=0,88^{**}-0,91^{**}$) и его количеством ($r=0,94^{**}-0,97^{**}$). Сопряжённость с коэффициентом продуктивной и общей кустистости снижалась до $r=0,70^{*}-0,80^{**}$. При наименьших показателях на вариантах с традиционной технологией.

Из абиотических факторов основное влияние на показатель оказывала температура воздуха ($r=-0,69^{*}-0,79^{**}$) в фазы развития кушение-колошение (июнь).

На посевах ячменя, в отличие от пшеницы, наибольшая взаимосвязь массы зерна с растения установлена с коэффициентом продуктивной ($r=0,92^{*}-0,96^{**}$) и общей кустистости ($r=0,89^{*}-0,94^{**}$) (прил. 59). При этом лучшие показатели коэффициента продуктивной кустистости на вариантах с ежегодной вспашкой способствовали получению наибольшей массы зерна с растения - 1,20 г., что на 0,05-0,11г (4,3-10,1 %) выше других вариантов.

В благоприятные годы масса зерна с растения на традиционной технологии доходила до - 1,7-1,9 г, в засушливые 2010 году снижалась до 0,56-

0,60 г. На технологиях нового поколения показатели составили соответственно 1,3-1,8 г и 0,5-0,7г соответственно.

В отличие от озимой и яровой пшеницы, взаимосвязь массы зерна с растений ячменя с количеством и массой зерна с колоса снижалась до значимой на 5% уровне (вар. 1, 2, 4) и не существенной (вар. 3, 5). Кроме того, показатель существенно зависел от осадков ($r=0,70-0,84^*$) осенне-зимнего периода (сентябрь-апрель), а на варианте с традиционной технологией от весенних запасов продуктивной влаги ($r=0,90^*$), что свидетельствует о необходимости при возделывании данной культуры дополнительных мер по накоплению и сохранению осенних и зимних осадков.

Из абиотических факторов наибольшее влияние, в отличие от пшеницы, на всех вариантах оказывала температура воздуха ($r=-0,88^*-0,97^{**}$) в период трубкования - налив зерна (июнь).

Высота растений. Проведёнными исследованиями установлено, что применение современных технологических систем обработки почвы и посева не снижает, по сравнению с традиционной, высоту растений озимой пшеницы. При этом анализируемый показатель существенно зависел от погодных условий. В благоприятные для роста годы высота растений достигала 90-133 см, в аномально засушливом 2010 году она не превышала 52 см.

Из абиотических факторов (осадков, температуры и относительной влажности воздуха, ГТК) наибольшее влияние на высоту растений оказывала относительная влажность воздуха ($r=0,72^*-0,77^{**}$) в период от начала возобновления вегетации до налива зерна (апрель-июнь) и температура воздуха за период парования ($r=-0,63^*-0,72^*$), понижение которой способствовало лучшей сохранности почвенной влаги, накопленной за осенне-зимний период, предшествующий парованию (прил. 60).

На варианте с традиционной технологией выявлена достоверная связь показателя с запасами продуктивной влаги в метровом слое почвы в период посева.

Из элементов структуры урожая наиболее тесная взаимосвязь высоты растений озимой пшеницы установлена с коэффициентом общей и продуктивной кустистости ($r=0,75^{**}-0,87^{**}$).

На посевах яровой пшеницы, в среднем за годы исследований, не установлено значительных изменений высоты растений в зависимости от изучаемых технологий и предшественников. В благоприятные для роста годы высота растений доходила до 80-90 см. В засушливых 2009-2010 годах она снижалась до 35-55 см.

Из абиотических факторов наибольшее влияние на высоту растений яровой пшеницы оказывала температура за вегетацию культуры ($r=-0,73^{*}-0,86^{**}$) и относительная влажность воздуха (предшественник просо) в период кушения - колошения культуры ($r=0,77^{**}-0,85^{*}$).

Взаимосвязь осадков с высотой растений была наименьшей ($r=0,53-0,67^{*}$).

При значительно меньших коэффициентах кушения, по сравнению с озимой, высота растений яровой пшеницы наиболее тесно из элементов структуры урожая коррелировала с массой зерна с растения ($r=0,85^{**}-0,96^{**}$), массой и количеством зерна с колоса ($r=0,71^{*}-0,90^{**}$ и $r=0,69^{*}-0,96^{**}$ соответственно).

Как и на посевах пшеницы высоты растений ярового ячменя в зависимости от изучаемых технологий изменялась не существенно. В благоприятные для роста годы она доходила до 70-75 см. В засушливых 2009-2010 годах она снижалась до 43-48 см.

Из абиотических факторов наибольшая взаимосвязь высоты растений яровой пшеницы установлена с температурой за вегетацию культуры ($r=-0,73^{*}-0,86^{**}$) и относительной влажностью воздуха (предшественник просо) в период кушения - колошения культуры ($r=0,77^{**}-0,85^{*}$).

В отличие от пшеницы, высота растений, как и другие элементы структуры урожая ячменя, существенно зависела от осадков осенне-зимнего

периода ($r=0,80-0,94^{**}$), а на вариантах с вспашкой и дифференцированной обработкой 1 и от весенних запасов продуктивной влаги ($r=0,86^*-0,92^*$).

Из элементов структуры урожая наибольшая взаимосвязь высоты установлена с массой зерна с растения ($r=0,88^*-0,97^{**}$) и коэффициентом общей и продуктивной кустистости ($r=0,82^*-0,90^*$ и $r=0,78-0,92^*$ соответственно).

Количество стеблей на единицу площади. При возделывании озимой пшеницы по черному пару, данный показатель существенно не изменялся в зависимости от изучаемых технологических систем обработки почвы и посева. Введение в севооборот раннего пара, в среднем за годы исследований, способствовало, по сравнению с другими вариантами, снижению густоты стеблестоя на 13,3-26,2 шт/м² (5,0-8,0 %). При этом в благоприятные для роста и развития растений годы густота стеблестоя на изучаемых вариантах составила 460-550 шт/м², в аномально засушливом она снижалась до 160-180 шт/м².

Из абиотических факторов (осадков, температуры и относительной влажности воздуха, ГТК) наибольшее влияние на количество стеблей озимой пшеницы оказывала температура воздуха за период парования ($r=-0,68^*-0,74^{**}$), понижение которой способствовало лучшей сохранности почвенной влаги, накопленной за осенне-зимний период, предшествующий парованию (прил. 61).

На варианте с вспашкой и без осенней обработки почвы установлена достоверная положительная взаимосвязь ($r=0,62^*-0,65^*$) показателя с весенними запасами продуктивной влаги в метровом слое почвы.

Из элементов структуры урожая наиболее тесная прямая взаимосвязь густоты стеблестоя озимой пшеницы установлена с высотой растений ($r=0,67^*-0,74^*$), коэффициентом общей и продуктивной кустистости ($r=0,58-0,67^*$).

На посевах яровой пшеницы (предшественник просо) количество стеблей на единицу площади не изменялось в зависимости от изучаемых технологических систем. В шестом поле севооборота (предшественник

кукуруза, горох + овёс) наибольшая густота стеблестоя установлена при традиционной технологии $-238,9$ шт/м², что на $12,8-15,9$ шт/м² ($5,6-7,1$ %) больше других вариантов. При этом в благоприятные годы количество стеблей, по изучаемым вариантам и предшественникам составляла $300-380$ шт/м², в острозасушливом 2010 году она снижалась до $40-60$ шт/м² (предшественник кукуруза).

При возделывании яровой пшеницы (предшественник просо) по новым технологическим системам обработки почвы и посева первостепенное влияние на густоту стеблестоя оказало количество осадков ($r = 0,85^{**} - 0,95^{**}$) и ГТК за май-июнь ($r = 0,76^{**} - 0,91^{**}$). На варианте с ежегодной вспашкой наибольшая прямая связь количества стеблей установлена с осадками за май-июнь и ГТК за июнь ($r = 0,87^{**}$).

При выращивании яровой пшеницы в шестом поле севооборота первостепенное значение для густоты стеблестоя имели осадки за май-июнь и июнь ($r = 0,82^{**} - 0,90^{**}$) и ГТК за июнь ($r = 0,85^{**} - 0,90^{**}$).

Положительная взаимосвязь густоты стеблестоя с относительной влажностью воздуха и отрицательная с температурой воздуха за май-июнь были наименьшими из абиотических факторов.

Применение дискования в системе дифференцированной обработки почвы 3 снижало количество стеблей ячменя на $20,3-30,3$ шт/м² ($6,0-8,9\%$), по сравнению с другими вариантами. В благоприятные годы густота стеблестоя, по изучаемым вариантам, была на уровне с озимой пшеницей и составляла $450-540$ шт/м², в острозасушливом 2010 году она снижалась до $80-120$ шт/м².

В отличие от яровой пшеницы, наибольшая взаимосвязь количества стеблей ярового ячменя установлено с температурой воздуха за вегетацию культуры ($r = -0,92^* - 0,96^{**}$) и относительной влажностью воздуха за июнь ($r = 0,90^* - 0,95^{**}$). Роль осадков в увеличении количества стеблей была наименьшей из абиотических факторов. При этом на варианте с традиционной технологией наибольшая взаимосвязь густоты стеблестоя установлена с осадками осеннего периода ($r = 0,92^*$). При применении технологических

систем нового поколения максимальная взаимосвязь была выявлена в период до колошения культуры ($r = 0,77- 0,89^*$).

Увеличение количества осадков в осенний период, способствовало существенному возрастанию запасов продуктивной влаги в пахотном и метровом слое почвы и густоты стеблестоя при традиционной технологии ($r = 0,88^*- 0,95^{**}$).

Из элементов структуры урожая наиболее тесная прямая взаимосвязь густоты стеблестоя ярового ячменя на всех изучаемых вариантах установлена с массой зерна в колосе ($r=0,81-0,96^{**}$).

Таким образом, анализ одиннадцатилетних данных на озимой и яровой пшенице и шестилетних на яровом ячмене показал, что элементы структуры урожая в большей степени зависели от биологических особенностей растений, погодных условий, чем от изучаемых технологических систем обработки почвы и посева. При этом между совокупностью показателей климатических условий, и элементами его структуры существует взаимосвязь, которая обуславливает уровень урожая этих культур.

7.5. Урожайность и качество зерна

Обобщающим показателем влияния различных приёмов, элементов и в целом технологий возделывания на условия роста и развития растений является урожайность, которая зависит как от техногенных, так и средообразующих факторов, проявляющихся по-разному в зависимости от изучаемых вариантов.

Проводимые в течение последних лет исследования по разработке современных агротехнологий позволили нашему институту создать новое поколение технологий возделывания зерновых культур для чернозёмной и сухостепной зон Самарской области, основанных на системной основе и не уступающие по продуктивности традиционной технологии, но значительно превышающие её по экономической эффективности.

Испытание данных технологических систем обработки почвы и посева, проводимое в наших исследованиях (2000-2010 гг.), показало их высокую эффективность. В среднем за годы исследований, несмотря на большое количество засушливых лет, в современных технологических системах обработки почвы и посева получен сравнительно высокий урожай страховых культур: озимой пшеницы, проса и ячменя (табл. 89, прил. 62).

Таблица 89

Урожайность полевых культур при разных технологических системах обработки почвы и посева, т/га (2000-2010 гг.)

Культуры, показатели	Технологические системы обработки почвы и посева					НСР ₀₅
	1	2	3	4	5	
Озимая пшеница	2,18	2,32	2,08	2,27	2,18	0,24
Просо	1,98	1,99	1,91	2,00	1,97	0,21
Яровая пшеница	1,33	1,38	1,38	1,35	1,30	0,15
Кукуруза (с 2006г.горох+овес), т к.е./га	2,55	2,65	2,33	2,35	2,64	0,35
Яровая пшеница	1,35	1,34	1,33	1,31	1,31	0,14
Ячмень (2003-2007гг.яровая пшеница)	1,82	1,79	1,86	1,79	1,74	0,22
Урожайность зерновых	1,44	1,47	1,43	1,45	1,42	0,16
Продуктивность севооборота, т к.е./га	1,77	1,82	1,73	1,76	1,76	-

При равной по изучаемым технологическим системам урожайности зерновых, в среднем по севообороту, сборы зерна озимой пшеницы колебались от 2,08 до 2,32 т/га. По результатам корреляционного анализа одной из причин снижения урожайности на вариантах с ранним и чёрным паром, обработанным дисками стало более рыхлое сложение почвы ($r=0,45$), ниже оптимальных значений ($1,2-1,3 \text{ г/см}^3$) для развития культуры, по сравнению с другими вариантами. На варианте с традиционной технологией, установлена средняя взаимосвязь урожайности культуры с запасами продуктивной влаги в осенний период ($r=0,42-0,50$) (прил. 63).

Из элементов структуры урожая наиболее существенная прямая связь выявлена между урожайностью зерна озимой пшеницы и густотой стеблестоя. При практически равном количестве продуктивных стеблей в среднем за годы исследований на изучаемых технологиях (327,8-354,0 шт/м²) коэффициент корреляции составил 0,73*-0,78**. Установлено, что при уровне урожая озимой пшеницы 2,7-3,9 т/га число колосьев на 1 м² составило при традиционной технологии 350-566 шт. При технологических системах нового поколения для получения 2,8-4,0 т/га зерна густота стеблестоя в благоприятные по увлажнению годы должна составлять 332-541 шт/м². Исключение составил 2007 год, когда было отмечено сильное поражение посевов бурой ржавчиной. При стеблестое 370-460 шт/м² урожайность зерна в этом году получена на уровне - 1,5-1,8 т/га.

Уменьшение густоты стеблестоя до 200 и менее колосьев на м² способствовало снижению урожайности на варианте с традиционной технологией до 0,6-1,7 т/га, при технологиях нового поколения – до 0,5-2,1 т/га.

В среднем за годы исследований линия тренда и уравнение регрессии зависимости урожайности культуры от густоты стеблестоя на варианте с дифференцированной обработкой почвы 1 в севообороте представлено на рисунке 39.

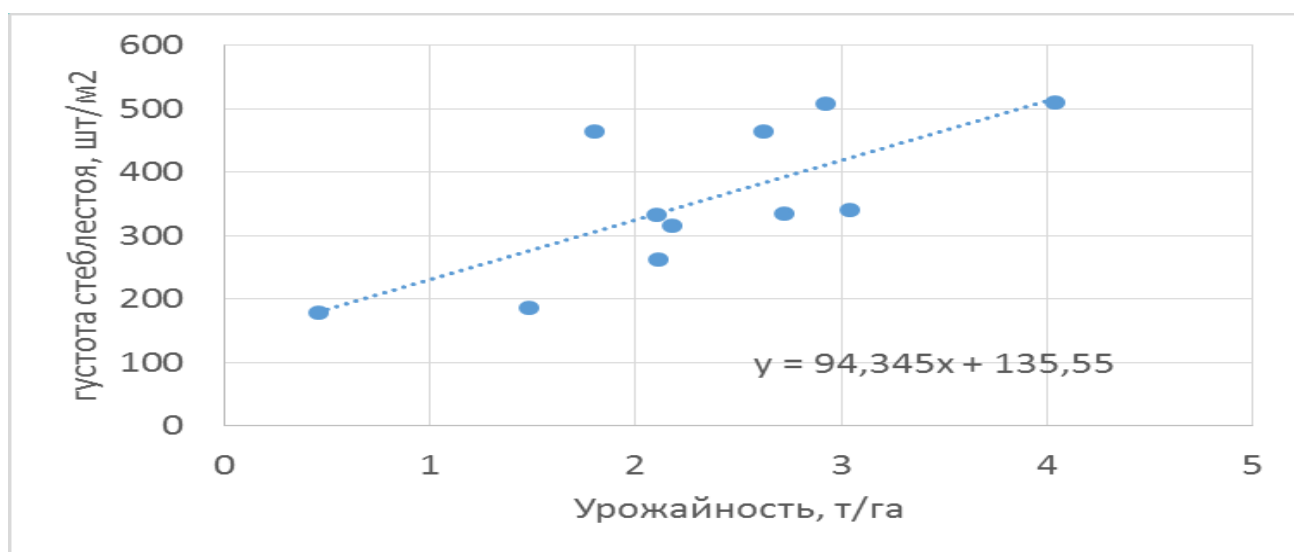


Рис. 39. Взаимосвязь урожайности зерна озимой пшеницы с густотой стеблестоя на варианте с дифференцированной обработкой 1 (2000-2010 гг.)

Следующим показателем, влияющим на урожайность озимой пшеницы при традиционной технологии, по нашим данным, стала высота стеблестоя. При высоте растений за годы исследований 51,7-122,0 см коэффициент корреляции здесь составил 0,72*.

При применении технологических систем обработки почвы и посева нового поколения существенным фактором, после густоты стеблестоя, влияющим на урожайность озимой пшеницы является масса зерна с 1 растения. Коэффициент корреляции между данными показателями изменялся от 0,69* до 0,76**, при максимальных значениях на варианте, где озимая пшеница возделывалась по раннему пару. В среднем за годы исследований, масса зерна с растения на вариантах с постоянной мелкой и дифференцированными обработками почвы в севообороте равнялась 1,74-1,88 г. В годы с урожайностью 2,8-4,0 т/га, анализируемый элемент структуры урожая изменялся в широких пределах – от 1,88 до 3,35 г., при этом для получения урожая на уровне 3,8-4,0 т/га по нашим данным, масса зерна с 1 растения должна составлять не менее – 1,88-2,10 г.

При технологических системах нового поколения с дифференцированной и постоянной мелкой обработками почвы в севообороте выявлена прямая существенная (средняя) связь урожайности зерна с коэффициентом общей и продуктивной кустистости ($r = 0,61*$ и $0,63*$ соответственно).

При возделывании озимой пшеницы по раннему пару на урожайность зерна оказывали влияние все элементы структуры, за исключением коэффициента общей и продуктивной кустистости.

Применение раннего срока посева (сразу после посева ранних зерновых) с использованием универсального посевного агрегата АУП-18.05 способствовало получению с 2003 по 2009 годы на всех вариантах опыта более 2 т/га зерна проса. В среднем за годы исследований, урожайность культуры в зависимости от изучаемых технологических систем изменялась незначительно и составила 1,91-2,00 т/га (табл. 89, прил. 64).

На яровой пшенице, по сравнению с озимой и просом, действие неблагоприятных погодных условий, усилившиеся в последние десятилетия, по сравнению с первой половиной двадцатого века, проявилось сильнее, что привело к снижению её продуктивности до 1,30-1,38 т/га. При этом в зависимости от изучаемых технологических систем обработки почвы и посева урожайность культуры изменялась несущественно.

По результатам корреляционного анализа одной из причин снижения урожайности пшеницы (предшественник кукуруза, горох+овёс) на вариантах с прямым посевом и обработанных дисками стало увеличение засорённости многолетними сорняками в годы с недостаточным увлажнением в вегетацию культуры ($r=-0,63^*-0,69^*$) (прил. 65).

По яровой мягкой пшенице, на обоих полях севооборота, выявлена более существенная взаимосвязь, по сравнению с озимой, между элементами структуры и урожаем зерна (прил. 65, 66).

В отличие от озимой, при применении изучаемых технологических систем обработки почвы и посева максимальная существенная прямая связь выявлена между урожайностью зерна яровой пшеницы и массой зерна с 1 растения и высотой стеблестоя. При традиционной технологии коэффициент корреляции между этими показателями, в зависимости от изучаемых предшественников изменялся незначительно и составил $-0,87^{**}-0,89^{**}$.

При средних значениях массы зерна с растения (0,93 г/растение) и высоты стеблестоя (67,8 см) за годы исследований в четвёртом поле севооборота и, в годы получения максимальных урожаев (1,7-2,7 т/га) показатели этих элементов структуры урожая составили $-1,40-1,68$ г/растение и 81,5-84,9 см соответственно. При получении 1,9-2,4 т/га зерна яровой пшеницы, идущей по кукурузе, показатели сопряженных с урожайностью элементов структуры находились в более широком диапазоне $-0,90-1,65$ г/растение и 70,4-92,2 см соответственно (при средних показателях 0,86 г/растение и 68,7 см).

При возделывании яровой пшеницы по технологияческим системам нового поколения коэффициент корреляции между урожайностью зерна яровой

пшеницы и массой зерна с 1 растения в четвёртом поле севооборота возрастал до $-0,90^{**}$ - $0,96^{**}$. Линия тренда и уравнение регрессии зависимости урожайности культуры от массы зерна с растения на варианте с дифференцированной обработкой почвы представлено на рисунке 40.

В шестом поле севооборота коэффициент корреляции находился на уровне с традиционной технологией $-0,87^{**}$ - $0,93^{**}$. Взаимосвязь урожайности зерна яровой пшеницы и высотой стеблестоя, по сравнению с традиционной технологией, изменялась незначительно ($r = 0,86^{**}$ - $0,91^{**}$). При средних показателях массы зерна с растения (0,88-0,92) и высоты стеблестоя (65,3-67,7 см) в четвёртом поле севооборота на вариантах с применением технологий нового поколения при урожае $-1,5$ - $2,7$ т/га значения этих элементов структуры возрастали до $1,04$ - $1,70$ г/ растение и $74,9$ - $89,6$ см соответственно.

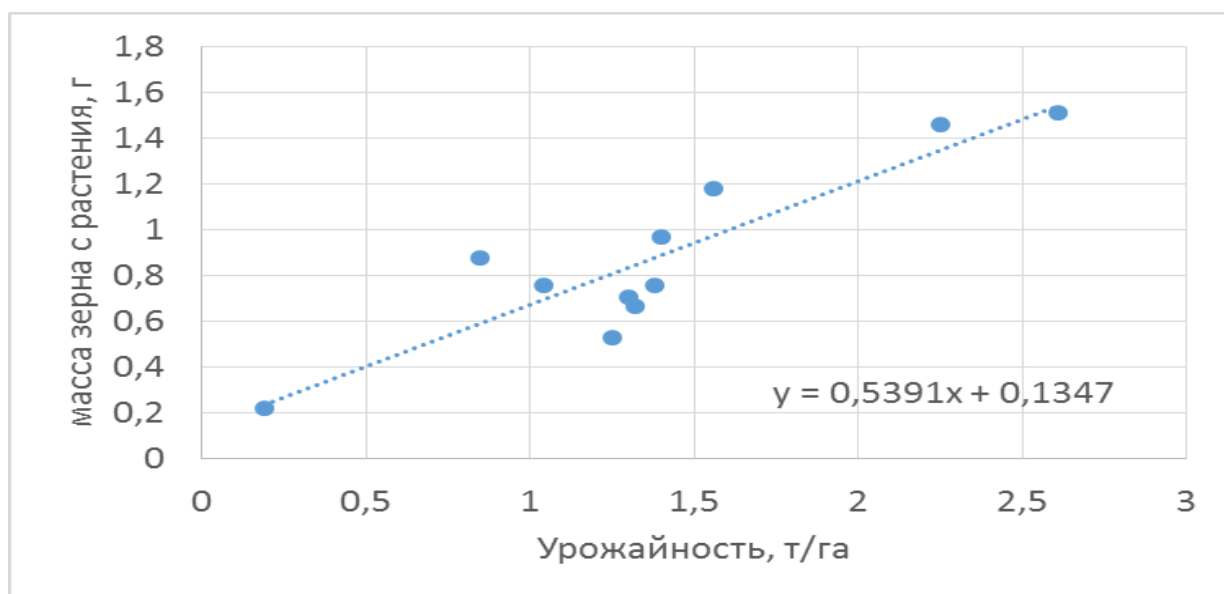


Рис. 40. Взаимосвязь урожайности зерна яровой пшеницы с массой зерна с растения на варианте с дифференцированной обработкой 1 (2000-2010 гг.)

При получении урожаев зерна яровой пшеницы, размещенной по кукурузе – на уровне $1,5$ - $2,6$ т/га, показатели массы зерна с растения и высота стеблестоя находились в более широком диапазоне – $0,88$ - $1,56$ г/растение и $66,0$ - $92,8$ см (при средних значениях – $0,85$ - $0,88$ г/растение и $66,4$ - $70,0$ см соответственно).

При выращивании яровой пшеницы по традиционной технологии систем обработки почвы и посева взаимосвязь между остальными элементами структуры с урожайностью изменялась в зависимости от предшествующих культур. Так по яровой пшенице, идущей по просу, сопряженность между урожайностью и густотой стеблестоя, продуктивной и общей кустистостью, массой зерна в колосе находилась на 5 % уровне значимости ($r = 0,62^*-0,73^*$). При возделывании пшеницы по кукурузе между количеством, массой зерна с колоса и урожайностью выявлена прямая тесная связь – $0,84^{**}$. В годы с урожайностью зерна – 1,9-2,4 т/га продуктивность колоса составила 20,8-28,7 зёрен и 0,72-0,94 г, при средних значениях 18,8 шт. и 0,60 г соответственно. Взаимосвязь между густотой стеблестоя, продуктивной кустистостью и урожайностью была на 5 % уровне – $0,65^*-0,68^*$.

На вариантах с дифференцированными обработками почвы в севообороте тесная прямая взаимосвязь по анализируемым показателям наблюдалась по предшественнику просу. Сопряжённость между урожайностью и густотой стеблестоя, количеством и массой зерна в колосе, продуктивной и общей кустистостью составила здесь – $0,72^*- 0,88^{**}$. При урожайности в годы исследований – 1,5-2,7 т/га, густота стеблестоя, количество и масса зерна в колосе, продуктивная и общая кустистость составили – 228-387 колосьев/м², 20,9-27,2 зёрен, 0,70-0,95 г/колос, 1,5-2,2 и 1,5-2,0 соответственно, что в целом на 6,1-68,5 % выше средних значений (212,9-226,3 колосьев/ м², 19,1-19,6 зёрен/колос, 0,64-0,65 г/колос, 1,4 и 1,3-1,4 стебля на растение).

При применении прямого посева и остальных современных технологий систем обработки почвы и посева в предпоследнем поле севооборота выявлена достоверная прямая связь продуктивности с густотой стеблестоя, количеством и массой зерна с колоса ($r= 0,72^*- 0,87^{**}$). При получении 1,5-2,6 т/га зерна густота стеблестоя здесь составляла – 212-368 колосьев/м², продуктивность колоса 18,0-26,8 шт и 0,73-0,93 г, при средних значениях: 223,2 колосьев/м², 19,3 шт., 0,63 г соответственно.

Средняя урожайность яровых зерновых в заключительном поле севооборота, за счёт увеличения урожайности ярового ячменя, возросла до 1,74-1,86 т/га. При этом применение современных технологий, по сравнению с контролем, не снижало продуктивность культур.

На вариантах с традиционной технологией урожайность культуры зависела от запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы, а на вариантах с минимальными обработками (2, 5) от запасов влаги в пахотном слое.

При анализе шестилетних данных на яровом ячмене (2000-2002, 2008-2010гг.) взаимосвязь между элементами структуры урожая, климатическими условиями и урожаем зерна по многим показателям была ниже яровой пшеницы (прил. 67).

На всех изучаемых технологических системах обработки почвы и посева установлена существенная прямая взаимосвязь урожайности ярового ячменя с густотой стеблестоя и массой зерна с колоса. При применении изучаемых технологий максимальная существенная прямая взаимосвязь выявлена между урожайностью зерна ярового ячменя и густотой стеблестоя ($r = 0,97^{**}-1,00^{**}$). В годы с урожайностью зерна 2,2-3,6 т/га (традиционная технология) и 2,3-3,3 т/га (технологии нового поколения) густота стеблестоя составила 399-534 и 367-552 колосьев/м² соответственно, что на 8,0-44,5% и 6,8-60,7% выше среднемноголетних значений (339,2-369,5 колосьев/м²). Линия тренда и уравнение регрессии зависимости урожайности культуры от массы зерна с растения на варианте с дифференцированной обработкой почвы 1 представлено на рисунке 41.

Коэффициент корреляции между массой зерна в колосе и урожайностью составил 0,94^{**} (традиционная технология) и 0,91^{*}-0,97^{**} (технологические системы нового поколения). При урожайности зерна 2,2-3,6 т/га (традиционная технология) и 2,3-3,3 т/га (технологические системы нового поколения) количество зёрен в колосе равнялось 11,0-17,8 шт. и 12,3-21,5 шт. соответственно, при среднемноголетних значениях 13,6 и 13,3-14,2 шт.

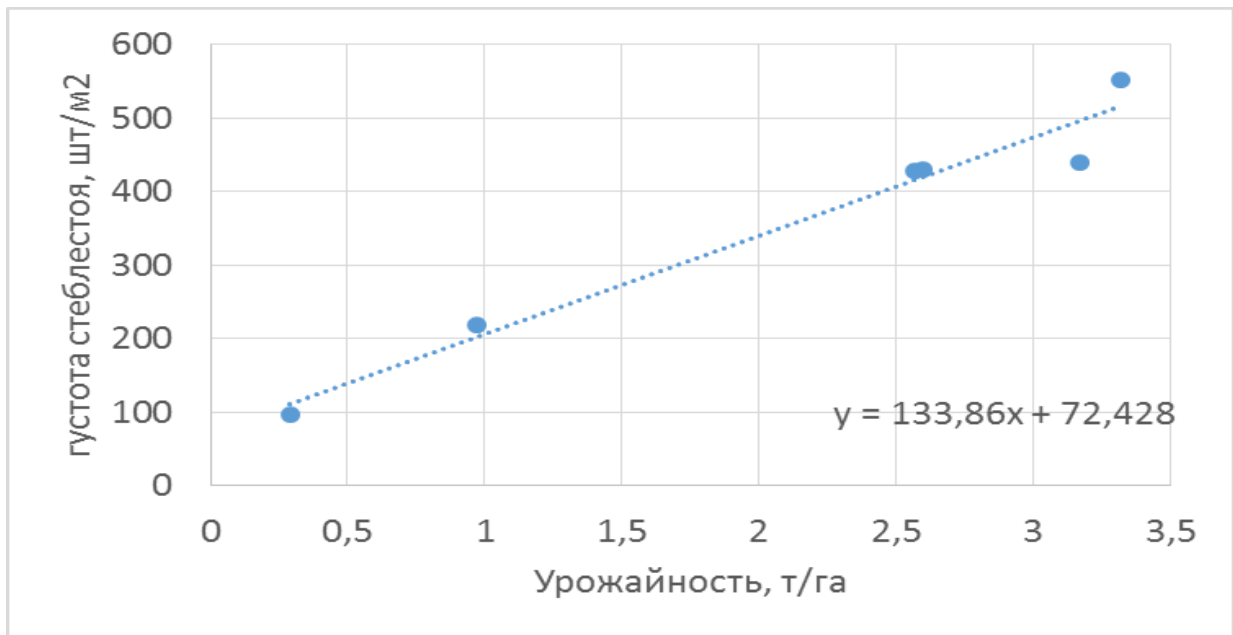


Рис. 41. Взаимосвязь урожайности зерна с густотой стеблестоя на варианте с прямым посевом ярового ячменя (2000-2010 гг.)

В среднем за 11 лет на 1га севооборотной площади урожайность зерновых в зависимости от изучаемых технологических систем обработки почвы и посева изменялась незначительно и составила 1,42-1,47 т/га.

Одним из главных показателей земледельческой отрасли является продуктивность. По мнению Н.Н. Дубачинской (2006) она зависит от многих лимитирующих факторов: правильного подбора возделываемых культур и сортов, приспособленных к почвенным и климатическим условиям, направленности хозяйства, агроэкологической оценки земель и др. [108].

В наших исследованиях наибольшая продуктивность севооборота выявлена при современной технологической системе с дифференцированной обработкой почвы 1 – 1,82 т.к.ед./га, что незначительно на 0,05 т.к.ед/га (2,8%) выше контроля. Снижение продуктивности на технологиях с постоянной мелкой обработкой и прямым посевом яровых зерновых, по сравнению с лучшим вариантом на 0,06-0,09 т/га или на 3,4-5,2 % связано главным образом с падением урожая зеленой массы кукурузы. Сокращение выхода продукции на варианте с обработкой дисками под зерновые связано с наименьшей урожайностью зерновых культур.

Под влиянием условий выращивания в значительной степени может изменяться не только величина урожая сельскохозяйственных культур, но и качество получаемой продукции.

Полученные в многочисленных исследованиях данные по зависимости качества зерна от способов обработки почвы и технологий возделывания весьма противоречивы.

По данным В.Ф. Огарёва (1990), Ерофеева С.Е. (2003) плоскорезные обработки снижали содержание клейковины в зерне как озимой, так и яровой пшеницы [112, 284].

В исследованиях Ф.Т. Моргуна, Н.К. Шикеры (1984), А.И. Пупониной, А.В. Захаренко (1989), И.Ф.Храмцова (2005) независимо от способов и глубины основной обработки, показатели натурности, содержания белка в зерне, количество и качество клейковины выход муки из озимой и яровой пшеницы были практически одинаковыми [262, 326, 395].

В наших исследованиях мы изучали влияние технологических систем обработки почвы и посева полевых культур на показатели натурности, массы 1000 зёрен и содержание белка.

Натура. По результатам исследований данный показатель не изменялся в зависимости от изучаемых технологических систем.

В среднем за годы исследований на озимой пшенице она составила 733-742 г/л. На вариантах с дифференцированными обработками 1, 2 и 3 показатель находился в достоверной на 5% уровне ($r=0,64^*-0,65^*$) взаимосвязи с урожайностью культуры. На вариантах с постоянной вспашкой и мелкой обработкой взаимосвязь между показателями снижалась до несущественных средних значений ($r=0,57-0,58$) (табл.90).

Так, в годы с урожайностью 2,7-4,0 т/га натура озимой пшеницы была выше 780 г/л, в засушливом 2010 году, когда урожайность не превышала 0,6 т/га, она снижалась до 680 г/л.

Показатели качества зерновых культур при разных технологических системах обработки почвы и посева (2000-2010 гг.)

Культуры	Показатели	Технологические системы				
		1	2	3	4	5
Озимая пшеница	Натура зерна, г/л	742	736	735	733	735
	Масса 1000 зерен г.	34,7	35,1	35,3	34,6	34,8
Просо	Натура зерна, г/л	748	743	744	742	742
	Масса 1000 зерен г.	8,4	8,3	8,3	8,3	8,2
Яровая пшеница	Натура зерна, г/л	750	751	757	752	748
	Масса 1000 зерен г.	32,0	31,2	31,8	31,5	31,3
Яровая пшеница	Натура зерна, г/л	744	753	751	751	747
	Масса 1000 зерен г.	33,0	32,3	33,0	32,7	32,1
Ячмень	Натура зерна, г/л	654	645	647	650	654
	Масса 1000 зерен г.	43,6	42,9	42,4	44,0	43,5
Среднее по пшенице	Натура зерна, г/л	754	747	748	745	743
	Масса 1000 зерен г.	33,2	32,9	33,4	32,9	32,7
Среднее по зерновым	Натура зерна, г/л	728	726	727	726	725
	Масса 1000 зерен г.	30,3	30,0	30,2	30,2	30,0

Из абиотических факторов наибольшая взаимосвязь природы зерна озимой пшеницы установлена с температурой воздуха ($r=-0,63^*-0,71^*$) и ГТК ($r=0,58-0,73^*$) за май (фазы развития – кущение - колошение).

В меньшей степени увеличение природы озимой пшеницы зависело от возрастания количества осадков в мае. На варианте с традиционной

технологией взаимосвязь между показателями была достоверной на 5% уровне ($r=0,69^*$). На технологиях нового поколения связь снижалась до незначительных значений ($r=0,54-0,60$).

Из элементов структуры урожая максимальная прямая взаимосвязь показателя озимой пшеницы выявлена с массой зерна ($r=0,71^*-0,79^{**}$) и количеством зёрен с колоса ($r=0,67^*-0,76^{**}$).

В среднем за годы исследований натура проса была высокой и составила 742-748 г/л. На вариантах с мелкой и дифференцированной обработкой почвы 3 показатель находился в достоверной на 5% уровне ($r=0,60^*-0,65^*$) взаимосвязи с урожайностью культуры. На вариантах с вспашкой и дифференцированными обработками 1 и 2 взаимосвязь между показателями снижалась до незначительных положительных средних значений ($r=0,51-0,54$).

Из абиотических факторов наибольшая прямая взаимосвязь натуры зерна проса установлена с относительной влажностью воздуха в мае ($r=0,92^{**}-0,96^{**}$), повышение которой способствовало более высокой полевой всхожести культуры.

За исключением варианта с обработкой почвы дисками и контроля (предпоследнее поле севооборота) натура яровой пшеницы, в среднем за годы исследований была выше 750 г/л, что согласно ГОСТу Р 52554 соответствует по качеству 1 классу [91].

В отличие от озимой пшеницы взаимосвязь натуры зерна с урожайностью культуры за исследуемые годы была слабой и незначительно изменялась в зависимости от предшественников. Коэффициент корреляции колебался от 0,00-0,08 (предшественник просо) до 0,07-0,25 (предшественник кукуруза, горох+овёс).

В исследованиях установлена взаимосвязь натуры зерна яровой пшеницы с питательным режимом почвы. На вариантах с ежегодной вспашкой, мелкой и дифференцированной обработкой 3 из макроэлементов наибольшее влияние на натуру оказывал нитратный азот ($r=0,49-0,70^*$), при достоверной на 5% уровне связи показателей на варианте с дифференцированной обработкой почвы 3.

На вариантах с дифференцированной обработкой 1 и 2 увеличение природы зерна зависело от улучшения фосфатного режима почв ($r=0,67^*-0,70^*$).

Из абиотических факторов при традиционной технологии наибольшая прямая взаимосвязь природы зерна яровой пшеницы (предшественник просо) установлена с осадками сентября-апреля ($r=0,70^*$), обратная с температурой воздуха за сентябрь-ноябрь ($r=-0,72^*$). На технологиях нового поколения показатель в наибольшей степени зависел от температуры воздуха за сентябрь – апрель ($r=0,63^*-0,72^*$).

В предпоследнем поле севооборота максимальная обратная связь показателя выявлена с ГТК ($r=-0,63^*-0,78^{**}$) и осадками за июль ($r=-0,61^*-0,76^{**}$), при наибольшей значимости на вариантах с традиционной технологией.

Как и на озимой пшенице из элементов структуры урожая максимальная прямая взаимосвязь показателя выявлена с массой зерна с колоса, однако здесь она снижалась до несущественных средних значений ($r=0,41-0,60$).

За исключением 2010 года натура ячменя превышала 630 г/л. В среднем за годы исследований она составила 645-654 г/л, что соответствует согласно ГОСТу Р 53900-2010 хорошим показателям [92]. Как и на яровой пшенице, взаимосвязь природы зерна ярового ячменя с урожайностью культуры за исследуемые годы была слабой. При этом показатель существенно зависел от массы 1000 зёрен ($r=0,81^*-0,93^*$).

На вариантах с дифференцированной обработкой 1 и 2 выявлена прямая связь показателя с плотностью почвы ($r=0,90^*-0,91^*$).

Из абиотических факторов наибольшая обратная взаимосвязь природы зерна ярового ячменя установлена с температурой воздуха за июль ($r=-0,83^*-0,94^{**}$).

Масса 1000 зёрен. По данным исследований, как и натура, данный показатель не изменялся в зависимости от изучаемых технологических систем (табл.90).

За годы исследований масса 1000 зёрен озимой пшеницы колебалась от 30 до 42 г и составили в среднем 34,6-35,3 г. Она находилась в слабой прямой зависимости от урожая зерна ($r=0,27-0,35$). В свою очередь на вариантах с дифференцированной 1 и без осенней обработки выявлена прямая связь показателя с плотностью почвы в весенний период ($r=0,61^*-0,75^{**}$).

Из абиотических факторов наибольшая прямая взаимосвязь массы зерна установлена с осадками за период парования ($r=0,70^*-0,87^{**}$), обратная с относительной влажностью воздуха ($r=-0,69^*-0,83^{**}$) за апрель и температурой воздуха за май-июнь ($r=-0,64^*-0,72^*$).

Из элементов структуры урожая озимой пшеницы показатель в наибольшей степени зависел от массы зерна с колоса ($r=0,61^*-0,70^*$) и растения ($r=0,56-0,64^*$).

Масса 1000 зёрен проса в среднем за годы исследований составила 8,2-8,4 г и в отличие от озимой пшеницы, здесь установлена достоверная взаимосвязь показателя с урожайностью культуры ($r=0,70^*-0,87^{**}$).

Как и урожайность, масса 1000 зёрен проса в наибольшей степени зависела от относительной влажности воздуха июля ($r = 0,76^{**} -0,93^{**}$).

Масса 1000 зёрен яровой пшеницы по сравнению с озимой в среднем за годы исследований снижалась на 5,2-9,3 % и составила 31,2-32,0 г (предшественник просо) - 32,1-33,0 г (предшественник кукуруза, горох+овёс). В отличие от озимой показатель яровой пшеницы существенно зависел от урожая культуры. Особенно чётко данная закономерность установлена на варианте с традиционной технологией ($r=0,72^*-0,76^{**}$). На технологических системах нового поколения сопряжённость массы 1000 зёрен с урожайностью снижалась ($r=0,55-0,70^*$). В благоприятные для роста годы масса превышала 36 г, в аномальном 2010 году составила всего - 22-24 г.

Из абиотических факторов наибольшая прямая взаимосвязь массы зерна установлена с относительной влажностью воздуха за май ($r=0,62^*-0,79^{**}$), обратная с температурой воздуха за июль ($r=-0,49-0,67^*$).

Из элементов структуры урожая яровой пшеницы показатель в наибольшей степени зависел от массы зерна с колоса ($r=0,52-0,78^{**}$).

Масса 1000 зёрен ярового ячменя в среднем за годы исследований составила 42,4-44,0г. Здесь показатель в средней степени зависел от урожая культуры ($r=0,38-0,63$). Однако, как на яровой пшенице минимальная масса 1000 зёрен установлена в 2010 году - 30-33 г.

На вариантах с дифференцированной обработкой 1 и 2 выявлена прямая связь плотностью почвы не только с натурой, но и массой зерна ($r=0,85^*-0,87^*$).

Аналогично с посевами яровой пшеницы, из абиотических факторов наибольшая прямая взаимосвязь массы зерна ячменя установлена с относительной влажностью воздуха за май ($r=0,88^*-0,96^{**}$), обратная с температурой воздуха за июль ($r=-0,78-0,89^*$).

Содержание белка. Является одним из главных показателей качества зерна и как правило, находится в обратной зависимости от урожайности культур. Однако при более высокой урожайности зерна озимой пшеницы на вариантах 2 и 4, по сравнению с контролем, здесь установлено незначительное возрастание белка на 0,1-0,6% (табл. 91).

Таблица 91

Содержание белка при разных технологических системах обработки почвы и посева, % (2000-2010 гг.)

Культуры	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
Озимая пшеница	16,1	16,7	16,7	16,2	15,8
Яровая пшеница	15,5	15,4	15,2	16,3	16,1
Яровая пшеница	16,8	17,3	16,9	16,6	16,5
Яровой ячмень	13,9	14,9	14,3	14,6	13,9
Среднее	15,6	16,1	15,8	15,9	15,6

На озимой пшенице выявлена средняя обратная взаимосвязь содержания белка с урожайностью ($r=-0,37-0,52$), при наибольших значениях на варианте с традиционной технологией.

Из абиотических факторов наибольшая прямая взаимосвязь показателя установлена с температурой воздуха за май ($r=0,54-0,70^*$) и относительной влажностью воздуха за май-июнь ($r=0,49-0,70^*$).

В отличие от природы и массы 1000 зёрен содержание белка находилось в обратной зависимости от количества ($r=-0,52-0,78^{**}$) и массы зерна с колоса ($r=-0,62^*-0,80^{**}$).

Применение современных технологических систем обработки почвы и посева, обеспечивая одинаковую урожайность яровой пшеницы, по сравнению с контролем, не снижало содержание белка. При этом лучший питательный режим почвы в предпоследнем поле севооборота способствовал максимальному содержанию белка из исследуемых культур 16,5-17,3%.

Как и на озимой пшенице, содержание белка яровой находилось в средней взаимосвязи с урожайностью культуры ($r=-0,39-0,72^*$), что согласуется с данными, полученными в лесостепи Поволжья [213]. Значимая на 5% уровне взаимосвязь между показателями установлена на варианте с традиционной технологией (предшественник просо).

На яровой пшенице содержание белка находилось в обратной зависимости со всеми абиотическими факторами (осадками, температурой и относительной влажностью воздуха, ГТК). Наибольшая взаимосвязь содержания белка (предшественник просо) установлена с осадками ($r=-0,69^*-0,89^{**}$), ГТК за май-июнь ($r=-0,62^*-0,86^{**}$) и относительной влажностью воздуха за май ($r=-0,63^*-0,77^{**}$).

В предпоследнем поле севооборота максимальная взаимосвязь выявлена с осадками ($r=-0,63^*-0,77^{**}$), относительной влажностью воздуха за май-июнь ($r=-0,61^*-0,72^*$) и ГТК за май и май-июнь ($r=-0,59-0,76^{**}$).

На варианте с традиционной технологией содержание белка находилось в обратной зависимости от количества и массы зерна с колоса ($r=-0,62^*-0,67^*$).

В отличие от пшеницы, содержание белка ярового ячменя на технологиях нового поколения находилось в достоверной зависимости от урожая культуры ($r=-0,91^*-0,99^{**}$). На традиционной технологии связь снижалась до незначительных значений ($r=-0,79$). В благоприятные для развития культуры содержание белка в ячмене снижалось до 12,5-13,5 %. В засушливых 2009-2010 годах показатель возрастал до 16-18 %.

На вариантах с постоянной мелкой и дифференцированными обработками почвы в севообороте наибольшая взаимосвязь показателя установлена с температурой ($r=0,90^*-0,93^{**}$) и относительной влажностью воздуха июня ($r=-0,96^{**}-0,97^{**}$).

На этих же вариантах содержание белка находилось в обратной зависимости от массы зерна с колоса и густотой стеблестоя ($r=-0,91^*-0,98^{**}$).

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что применение современных технологических систем обработки почвы и посева, по сравнению с контролем, не приводит к снижению урожайности зерновых, продуктивности севооборота и не ухудшает физических и технологических свойств зерна. В среднем по севообороту наибольшая продуктивность севооборота установлена при технологии с дифференцированной обработкой почвы 1 в севообороте.

7.6. Влияние интенсификации агротехнологий на продуктивность полевых культур в современных условиях

По мнению А.А. Жученко (2012), увеличивающиеся затраты ископаемой энергии АПК обусловили поиск путей ресурсоэнергоэкономной и природоохранной интенсификации [116].

Исследования по данному направлению проводились в полевом шестипольном зернопаропропашном севообороте (2011-2014 гг.) с чередованием культур: черный пар – озимая пшеница – соя – яровая пшеница – ячмень – подсолнечник. На двух фонах основной обработки почвы (ежегодной

вспашке и дифференцированной по глубине безотвальной обработке) изучались семь вариантов агротехнологий с различными уровнями интенсивности пашни возделывания полевых культур (табл. 3).

По результатам исследований установлено, что применение современных агротехнологий, по сравнению с традиционной, не приводит к ухудшению агрофизических, агрохимических и биологических свойств, водного и пищевого режимов, биологической активности чернозёма обыкновенного.

Несмотря на аномальные условия 2010-2011 сельскохозяйственного года, когда в осенний период 2010 года отсутствовали продуктивные осадки, созданные на комплексной основе технологии, в среднем за годы исследований способствовали получению высоких для степного Заволжья урожаев озимой пшеницы – 2,36-2,67 т/га (табл. 92, прил.68).

Таблица 92

Урожайность полевых культур в зернопаропропашном севообороте при разных агротехнологиях возделывания, т/га (2011-2014 гг.)

Культуры, показатели	Агротехнологии						
	1	2	3	4	5	6	7
Озимая пшеница	2,34	2,71	2,36	2,47	2,53	2,57	2,67
Соя	1,10	1,33	1,01	1,09	1,15	1,18	1,14
Яровая твёрдая пшеница	1,63	2,10	1,45	1,58	1,63	1,99	2,03
Ячмень	2,69	2,90	2,38	2,38	2,73	2,79	2,89
Подсолнечник	1,76	1,96	1,55	1,69	1,85	1,99	1,90
Среднее по зерновым	2,22	2,57	2,06	2,14	2,30	2,45	2,53
Продуктивность севооборота	1,59	1,83	1,46	1,54	1,65	1,75	1,77

При благоприятных условиях весенне-летней вегетации 2013 и 2014 годов, в среднем за годы исследований, установлено математически доказуемое увеличение урожайности озимой пшеницы от внесения азотных удобрений. При возделывании по чёрному пару (2) прибавка от данного агроприёма

составила – 0,37 т/га (15,8%), на раннем пару она снижалась до 0,17-0,31 т/га (7,2-15,6 %), при НСР_{0,05} – 0,228 т/га.

Применение глубокого рыхления, по сравнению с вариантами, где применялась ежегодная вспашка, не снижало урожайность сои в 2011, 2012 и 2014 годах. В 2013 году при применении минимальной обработки установлено достоверное снижение урожайности сои, по сравнению с вспахантыми вариантами.

В среднем за годы исследований максимальная урожайность сои получена при традиционной технологии – интенсивный фон (2) – 1,33 т/га, что достоверно (НСР_{0,05} - 0,131 т/га), на 0,15-0,32 т/га (12,7-31,7 %) выше значений на других технологиях.

При возделывании яровой твёрдой пшеницы в последние годы, характеризующимися нарастанием засушливости климата в период с мая по июнь, по сравнению с началом прошлого века, борьба с вредной черепашкой, скрытостебельными вредителями и злаковыми мухами оказалась самым эффективным агроприёмом из испытываемых химических средств защиты растений и средств интенсификации. В среднем за годы исследований прибавка урожая от обработки инсектицидами составила до 30%. Особенно значительный эффект 0,76-0,95 т/га в зависимости от разных уровней интенсификации получен в 2012 году, когда ЭПВ был превышен по вредной черепашке, трипсам, шведской и гессенской мухе, при абсолютных показателях 0,67-1,09 т/га (без обработки инсектицидом) и 1,50-1,85 ц/га (с двукратной обработкой Децис Профи).

В среднем за годы исследований применение средств интенсификации (интегрированная защита растений, система удобрений) способствовало получению – 1,99-2,10 т/га зерна яровой твёрдой пшеницы, что достоверно (НСР_{0,05} – 0,186 т/га) на 0,36-0,65 т/га (22,1-44,8 %) выше продуктивности культуры при возделывании по экстенсивным фонам (вар. 1, 3).

В сложившихся климатических условиях одной из страховых культур является яровая ячмень. В 75 % лет (2011, 2012, 2014 гг.) исследований

урожайность культуры составила 3,0-4,2 т/га. В среднем за четыре года урожайность ячменя находилась на уровне 2,69-2,90 т/га (традиционная технология) и 2,38-2,89 т/га (агротехнологии нового поколения). В исследованиях, как и на озимой пшенице, выявлена высокая отзывчивость культуры на стартовые дозы азотных удобрений. Математически доказуемая прибавка от данного агроприёма колебалась от 0,21 т/га (7,8 %) на фоне с ежегодной вспашкой до 0,35 т/га (14,7 %) при дифференцированной обработке почвы в севообороте ($НСР_{0,05} - 0,174$ т/га).

Сложившиеся погодные условия, с максимальным количеством осадков за летний период в июле месяце, оказывали положительное влияние на рост и развитие подсолнечника. Применение глубокого рыхления в 2011, 2013 и 2014 годах при агротехнологиях нового поколения не снижало урожайность, по сравнению с традиционной технологией. В 2012 году снижение урожайности на вариантах с минимальной обработкой на 0,22-0,59 т/га связано с техническими причинами (последствием гербицида Секатор Турбо). В среднем за годы исследований максимальная урожайность получена на вариантах с интенсивными фонами 1,96 (традиционная технология) 1,90-1,99 т/га (технологии нового поколения), что на 0,20-0,44 т/га (11,4-28,4 %) выше вариантов с естественным по плодородию фоном.

Применение адаптивной интенсификации обеспечило достоверную прибавку средней урожайности зерновых культур, по сравнению с экстенсивным фоном. На агротехнологиях нового поколения преимущество составило – 0,39-0,47 т/га (18,9-22,8 %), на традиционной – 0,35 т/га (15,8 %).

При определении продуктивности севооборота, в среднем за годы исследований, выявлена аналогичная тенденция с урожайностью зерновых культур. Применение средств интенсификации обеспечило прибавку на современных агротехнологиях – 0,29-0,31 т/га (19,9-21,2 %), на традиционной – 0,24 т/га (15,1 %). При этом на интенсивном фоне не выявлено существенных изменений продуктивности в зависимости от способов основной обработки почвы и посева.

7.7. Параметры агротехнологических комплексов возделывания полевых культур в Среднем Заволжье

Анализ экспериментальных данных и обобщение опыта передовых хозяйств показывают, что на черноземных почвах Самарской области при благоприятных погодных условиях урожайность озимой пшеницы составляет 3,5-4,0 т/га, яровой пшеницы – 2,0-2,5 т/га, ярового ячменя – 3,0-3,5 т/га.

Полученная в результате исследований модель агроценозов озимых и яровых культур включает в себя три блока (табл. 93):

1. Перспективный уровень урожайности и обеспечивающие его морфофизиологические показатели состояния посевов;
2. Агрохимические и физико-химические показатели почвенного плодородия в Среднем Заволжье;
3. Нормативные (эталонные) системы агрогенного воздействия на растения, позволяющие регулировать состояние посевов и уровень урожая сельскохозяйственных культур.

Среди агрохимических свойств почвенного плодородия наибольшее значение имеют показатели, контролируемые агрохимической службой: рН, содержание гумуса, подвижных фосфатов, обменного калия. Величины этих показателей указаны в таблице параметров по данным обследования стационарных опытов.

Блоки 2 и 3 модели представляют собой систему управления и включают непосредственно факторы адаптивной интенсификации, ведущие к положительным изменениям в комплексе показателей, характеризующих состояние посевов.

Одно из основных условий достижения эталонных параметров агроценозов для всех исследуемых культур – ежегодное, своевременное и высококачественное проведение технологических операций по коррекции плодородия почв, роста и развития растений, защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков.

Модели агроценозов зерновых культур на чернозёме обыкновенном в Среднем
Заволжье

Показатели	Озимая пшеница- Светоч, Малахит, Бирюза	Яровая мягкая пшеница- Тулайковская 10, Тулайковская 100	Яровой ячмень- Беркут, Орлан, Ястреб
Уровень урожая, т/га	3,5-4,0	2,0-2,5	3,0-3,5
Параметры агроценозов			
Густота стеблестоя, шт/м ²	460 \pm 45	320 \pm 35	473 \pm 35
Высота растений, см	98,4 \pm 7,9	83,1 \pm 3,9	71,9 \pm 4,2
Кол-во зёрен в колосе, шт.	23,7 \pm 1,7	23,2 \pm 1,5	15,6 \pm 1,4
Масса зёрен с колоса, г	0,88 \pm 0,10	0,80 \pm 0,09	0,69 \pm 0,11
Масса зерна с растения, г	2,20 \pm 0,29	1,05 \pm 0,11	1,24 \pm 0,17
Выход зерна, %	39,7 \pm 2,1	40,6 \pm 2,5	47,5 \pm 5,1
Регулируемые факторы			
Норма посева, млн.шт/га	4,0	5,0	4,5
Удобрения: основное	-	-	-
При посеве	(NP) ₁₀₋₁₅	(NP) ₁₀₋₁₅	(NP) ₁₀₋₁₅
Подкормка	N ₃₀	-	-
Обработка гербицидами	+	+	+
-// -инсектицидакми, фунгицидами (при превышении ЭПВ)	+	+	+
Факторы влагообеспеченности и плодородия почвы			
Запасы продуктивной влаги (0-100 см), мм	130	110	110
Осадки весенне-летнего периода, мм	118	135	118
Содержание гумуса, %	4,0-6,0	3,8-6,0	3,8-6,0
Подвижные фосфаты, мг/кг почвы	180-200	170-200	180-200
Обменный калий, мг/кг почвы	170-190	160-180	170-190

Для достижения более высоких показателей продуктивности представленных культур требуются значительные материальные затраты, иногда нецелесообразные с экономической точки зрения. Поэтому агроуправляемые факторы модели определены параметрами,

стабилизирующими почвенное плодородие, фитосанитарное состояние полей и обеспечивающими высокие (на уровне нерегулируемых факторов) урожаи сельскохозяйственных культур.

На основании разработанных параметров агроценозов регулируемых и средообразующих факторов, а также по итогам исследований, приведённых в работе, разработаны основные параметры агротехнологических комплексов возделывания сельскохозяйственных культур (табл. 94-96).

Таблица 94

Основные параметры агротехнологических комплексов возделывания ячменя и озимой пшеницы

Параметры	Яровой ячмень	Озимая пшеница
Сорт	Безенчукский – 2, Беркут, Ястреб, Орлан	Бирюза, Светоч, Малахит
Севооборот	Зернопаровой и зернопаропропашной короткой ротации	Зернопаровой и зернопаропропашной короткой ротации
Предшественник	Яровая пшеница, пропашные	Чистый чёрный и ранний пар
Удобрения	N ₁₀₋₁₅ P ₁₀₋₁₅ в рядки при посеве	N ₁₀₋₁₅ P ₁₀₋₁₅ – при посеве, N ₃₀ – прикорневая подкормка
Обработка почвы	Модель 1– мелкая мульчирующая обработка, Модель 2– прямой посев	Модель 1–лушение стерни дисковыми орудиями, Модель 2– без осенней обработки
Способ посева	Безрядковый посев комбинированным посевным агрегатом	
Химическая защита от сорняков, болезней и вредителей	Протравливание семян системными препаратами, обработка посевов гербицидами	Протравливание семян системными препаратами, обработка посевов гербицидами, инсектицидами (при превышении ПВ)
Уборка урожая	Прямое комбайнирование с измельчением соломы	

Значительные площади чистых паров в зернопаропропашных севооборотах в Среднем Заволжье, как и в наших исследованиях, размещаются

после подсолнечника. Такие поля, как правило, с осени не обрабатываются. Оставленные стебли подсолнечника способствуют лучшему снегозадержанию и позволяют накопить к весне дополнительно 20-23 мм продуктивной влаги в метровом слое. Весной высохшие стебли хорошо измельчаются дисковыми орудиями и тяжелыми боронами. Дальнейшие обработки чистых паров проводятся послойно в зависимости от степени развития сорняков.

При уходе за чистыми (чёрными) парами целесообразна послойная культивация. Первая более глубокая – на 10-12 см, последующие с постепенным уменьшением глубины до 6-8 см. После первой культивации эффективно прикатывание почвы, обеспечивающее лучшее прорастание сорняков (до 20-25%), а также выравнивание и усиление микробиологической активности почвы. В летние месяцы прикатывание после культиваций неэффективно из-за распыления почвы и увеличения вследствие этого расхода влаги на испарение. Запаздывание со сроками ухода за парами в весенне-летний период может снизить урожайность зерновых до 30-40%.

При летнем уходе за парами применяются широкозахватные орудия с плоскорежущими рабочими органами, не вызывающие иссушения почвы (ОПО-8,5, КМБ-15, КБМ-8, ККШ-11,3 и др.). Часть механических обработок в летний период (при превышении ЭПВ многолетними сорняками) целесообразно заменить химическими, которые позволяют лучше сохранить влагу и сэкономить до 14 кг/га топлива. Для этого применяют баковые смеси гербицидов (Ураган и др. в сочетании с препаратами группы сульфонил мочевины).

Для посева в условиях Самарской области рекомендуются сорта озимой пшеницы – Безенчукская 380, Малахит, Бирюза, Светоч 86 и др. В связи с увеличением вегетационного периода в осенний период оптимальные сроки посева для данной культуры с 25 августа по 10 сентября.

Посев рекомендуется производить, комбинированными посевными агрегатами АУП-18.05, АУП-18.07, СКП-2,1 (Омичка) и др., которые

выполняют за один проход несколько технологических операций (культивацию, посев, внесение удобрений, прикатывание и т.д.).

Для протравливания семян необходимо использовать высокоэффективные, системные препараты, которые обладают высокой токсичностью в отношении возбудителей болезней, и одновременно повышают биологической активностью самого растения.

Весной слаборазвитые посевы озимых на почвах с тяжелым гранулометрическим составом необходимо бороновать в один след средними боронами поперек рядков. Этот агроприем предотвращает образование поверхностной корки.

Посевы озимых, засоренные зимующими и многолетними корнеотпрысковыми сорняками (осот полевой, осот розовый и др.), обрабатываются гербицидами Секатор Турбо, МД (37,5%) – 0,05-0,1 л/га, Кортес, СП (75 %), а также другими препаратами, применение которых возможно и в осенний период.

В фазу весеннего кушения проводится первая обработка инсектицидами Децис Профи, ВДГ (25 %) – 0,03-0,04 кг/га и др., для уничтожения взрослых особей клопа-черепашки при наличии 2-4 клопа на 1 м². При превышении ЭПВ личинками клопа и другими вредителями в фазу колошения проводится повторная обработка инсектицидом. В отдельные годы применение данных технологических операций позволяет увеличивать урожайность пшеницы в 2 и более раза.

Для защиты посевов озимой пшеницы от бурой ржавчины, септориоза, фузариоза и др. во время вегетации посевы опрыскиваются фунгицидами (Фалькон, КЭ (45 %) – 0,6 л/га и др.).

Уборка озимых культур производится прямым комбайнированием с измельчением соломы, которое по сравнению с отдельной уборкой уменьшает прямые технические затраты в 1,5-2 раза и сокращают потери зерна до 12%.

В проведенной работе установлено, что наибольший эффект от применения современных технологий в зернопаропропашных севооборотах

достигается при дифференцированных системах обработки почвы, в которых минимальные обработки под яровые зерновые чередуются с глубоким рыхлением почвы чизельными плугами и другими орудиями (под кукурузу, подсолнечник и др.) (табл. 95).

Таблица 95

Основные параметры агротехнологических комплексов возделывания яровой пшеницы

Параметры	Мягкая	Твёрдая
Сорт	Тулайковская 10, Тулайковская 100, Тулайковская золотистая	Безенчукская Нива, Безенчукская степная, Безенчукская 205, Марина
Севооборот	Зернопаровой и зернопаропропашной короткой ротации	Зернопаровой и зернопаропропашной короткой ротации
Предшественник	Озимая пшеница, пропашные	Соя, горох, нут
Удобрения	N ₁₀₋₁₅ P ₁₀₋₁₅ в рядки при посеве	N ₁₀₋₁₅ P ₁₀₋₁₅ – в рядки при посеве
Обработка почвы	Модель 1– лущение стерни, мелкая мульчирующая обработка, Модель 2– прямой посев (после пропашных)	Модель 1–мелкая мульчирующая обработка, Модель 2– прямой посев
Способ посева	Безрядковый посев комбинированным посевным агрегатом в ранние сроки	
Химическая защита от сорняков, болезней и вредителей	Протравливание семян системными препаратами. Обработка посевов гербицидами. Применение инсектицидов при превышении вредителями ПВ (фаза начала трубкования, колошение).	
Уборка урожая	Прямое комбайнирование с измельчением соломы	

Учитывая, что количество лет с большим количеством осадков в осенне-зимний период достигает от 15-20 % (южная и большинство районов центральной зоны Самарской области) до 30-40 % (северная зона), целесообразность применения глубоких обработок составляет один раз в 5-6 лет (южная и центральная зона области) в 3-4 года (северная зона).

Применение дифференцированной системы обработки почвы по данным наших исследований, не ухудшает агрофизические и агрохимические свойства почвы, обеспечивает снижение убыли гумуса, по сравнению с ежегодной вспашкой в слое 0-30 см на 43-789 кг в год, 30-60 см на 360-888 в год.

В степной зоне региона в полевых зернопаровых севооборотах короткой ротации возможна постоянная мелкая обработка почвы комбинированными почвообрабатывающими орудиями с сохранением стерни на поверхности поля.

Высокая эффективность технологий нового поколения возделывания яровых зерновых обеспечивается:

- организацией эффективной защиты посевов от сорняков, болезней и вредителей;
- обеспечением благоприятного питания растений в начальный период развития;
- использованием агроприемов, позволяющих накапливать дополнительные запасы влаги в годы с благоприятным предзимним увлажнением и предотвращать сток талых вод на склоновых землях (щелевание и др.).

Продолжительный (110-120 дней) послеуборочный период в Поволжье после озимых и ранних яровых зерновых (ячмень, горох) позволяет широко использовать его в борьбе с сорняками и для дополнительного накопления влаги с помощью двухфазной обработки почвы, включающей послеуборочное лущение стерни и минимальную обработку почвы комбинированными почвообрабатывающими орудиями.

Особенно эффективна такая обработка (лущение + минимальная обработка) на полях, засоренных многолетними сорняками. Кроме того, она способствует уничтожению всходов падалицы озимых в осенний период.

Важным звеном современных технологий является эффективная защита посевов от сорняков, вредителей и болезней. Интегрированная защита посевов включает:

- протравливание семян;

– защиту посевов от сорняков с использованием смесевых препаратов и гербицидов пролонгированного действия (Секатор Турбо, МД (37,5 %) – 0,05-0,1 л/га, Калибр, ВДГ (75%) – 0,03-0,05 кг/га и др.), в сочетании при необходимости с противозлаковыми гербицидами.

Для борьбы с болезнями яровой пшеницы (при превышении ЭПВ): мучнистой росой, ржавчиной, гельминтоспориозом и др. применяются – Фалькон, КЭ (45 %) – 0,6 л/га, Тилт, КЭ (25 %) – 0,5 л/га и др.

Посевы обрабатываются однократно (в фазу флагового листа), при необходимости двукратно (в фазу выхода в трубку и фазу флагового листа).

При распространении злаковых мух, пьявицы, тли, трипсов, а также вредной черепашки и хлебных жуков при достижении их численности выше ЭПВ посевы обрабатываются инсектицидами (Децис Профи, ВДГ (25 %) – 0,03-0,04 л/га и др.). По данным наших исследований в среднем прибавка урожая яровой пшеницы от обработки инсектицидами составляет до 30%.

В системе, интегрированной защиты посевов яровой пшеницы возможны различные комплексы для борьбы с сорняками.

Первый – это сочетание агротехнических приёмов с химическими в период вегетации сельскохозяйственных культур. Подобная схема защиты снижает численность сорняков на 70-80%, повышает урожайность сельскохозяйственных культур на фонах с минимальной обработкой почвы на 15-30%.

Второй – применение быстроразлагающихся гербицидов сплошного действия в чистом виде или в сочетании с гербицидами избирательного действия.

Переход на современные интенсивные ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых будет способствовать более эффективной реализации основных принципов сберегающего земледелия.

Создадутся условия для более экономного использования техногенных ресурсов: удобрений, средств защиты растений и других факторов адаптивной интенсификации для повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

В современных условиях эффективным агроприёмом является, под все яровые культуры, припосевное внесение гранулированных азотных и сложных удобрений по 10-15 кг д.в./га. По данным наших исследований, оплата урожаем при таком способе внесения удобрений составляет 12,0-20,0 кг/кг д.в.

Ранние зерновые высевают в предельно ранние сроки протравленными семенами.

Особенно важно не задерживаться с посевом ячменя. При затягивании с посевом этой культуры, в степной зоне области на 15-20 дней недобор урожая может составить 25-40%.

При возделывании проса, по данным наших исследований, на полях с высокой культурой земледелия наиболее целесообразен прямой посев, проводимый вслед за посевом ранних зерновых культур (табл. 96).

Изменившиеся климатические условия позволяют передвигать сроки сева поздних культур на более ранние, обеспечивая лучшую влагообеспеченность в начальные периоды их развития.

На таких посевах, при отказе от многократных культиваций, применяя сеялку АУП-18,05 возможно гарантированное получение по 3,5-4,0 т/га зерна проса

При прямом посеве яровых зерновых культур особое внимание уделяется борьбе с сорняками и применению наиболее эффективных препаратов (Секатор Турбо, Калибр и др.) в сочетании с использованием на полях, засоренных многолетними сорняками в осенний период, гербицидов сплошного действия (Ураган Форте и др.).

Препараты сплошного действия в этих технологиях рассматриваются как стартовое мероприятие для массового подавления сорняков в начале освоения ресурсосберегающих технологий с прямым посевом. По предварительным испытаниям, эффект последствия гербицидов сплошного действия проявляется в течение 4-5 лет, что позволяет отказаться в последующем от их применения.

Основные параметры агротехнологических комплексов возделывания проса, сои (богара)

Параметры	Просо	Соя
Сорт	Саратовское 6, Крестьянка, Саратовское желтозёрное	Самер 1, Самер 2, Самер 3
Севооборот	Зернопаровой и зернопаропропашной короткой ротации	Зернопаровой и зернопаропропашной короткой ротации
Предшественник	Яровая, озимая пшеница	Озимая пшеница
Удобрения	$N_{10-15}P_{10-15}$ в рядки при посеве, измельчённая солома, ПКО культур	$N_{15}P_{15}K_{15}$ – осенью под основную обработку. Обработка семян ризоторфином
Обработка почвы	Модель 1–мелкая мульчирующая обработка, Модель 2– прямой посев (после яровой пшеницы)	Лушение стерни, Глубокое рыхление; Весной боронование культивация при отрастании падалицы и сорняков
Способ посева	Безрядковый посев комбинированным посевным агрегатом в ранние сроки	Безрядковый посев комбинированным посевным агрегатом во второй декаде мая
Химическая защита от сорняков, болезней и вредителей	Применение гербицидов при превышении сорняками ЭПВ	Применение гербицидов в фазу 1-2 пары настоящ. листьев у сои
Уборка урожая	Двухфазная, с измельчением соломы	Прямое комбайнирование с измельчением соломы

Обязательным элементом технологии прямого посева яровых культур является применение на удобрение измельченной соломы. Накопление ежегодно в больших количествах органических остатков на поверхности поля при таком посеве способствует повышению содержания гумуса, оказывает благоприятное влияние на агрофизические и биологические процессы в почве. Поэтому прямой посев позволяет не только экономить в наибольшей степени материальные, энергетические и трудовые затраты, но и создавать благоприятные предпосылки для реализации основных принципов

почвозащитного земледелия.

На почвах с тяжелым гранулометрическим составом прямой посев должен проводиться в севообороте в сочетании с периодическим глубоким рыхлением почвы.

Уборка ранних яровых зерновых эффективнее проводить в фазу полной спелости зерна прямым комбайнированием. Просо убирается отдельным способом, к скашиванию приступают при созревании в метелке 80-85% зерен.

Один из наиболее эффективных предшественников при возделывании сои – озимая пшеница (табл. 96).

В богарных условиях после уборки культуры наиболее целесообразна двухфазная осенняя обработка (дискование + глубокое рыхление).

Изменившиеся погодные условия в Самарском Заволжье не привели к смещению оптимальных, сложившихся ранее, сроков посева сои. Поэтому в весенний период проводится культивация и прикатывание с последующим посевом во второй декаде мая комбинированными посевными агрегатами (АУП-18.05, СКП-2,1 и др.). В степной зоне на почвах, не засоренных многолетними сорняками, можно отказаться от культивации. Ранние сроки посева сои, проведенные после высева ранних яровых зерновых, главным образом из-за попадания критической фазы развития растений сои по влагообеспеченности в более засушливый период, снижали урожайность анализируемой культуры на 0,34-0,40 т/га или на 59,7-72,9 %.

Посев производят протравленными семенами (Максим, КС (2,5 %) – 1,5-2,0 л/т и др.) с инокуляцией ризоторфином.

На 5-6 день после посева при необходимости применяется довсходовое боронование, до образования двух настоящих листьев при превышении пороговой вредности, эффективен Пивот, ВК (10%) – 0,5-0,8 л/га, который обладая пролонгированным действием, защищает сою практически от всех произрастающих в Заволжье сорняков.

Против наиболее распространенного вредителя – паутинного клеща применяют Омайт СП (30 %) -2,5 кг/га, Омайт, ВЭ (57%) – 1,3 л/га, Ноактион, ВЭ (44%) – 0,8-1,3 л/га и др.

Убирают сою после пожелтения и опадания листьев, при влажности зерна 14-16%. Основной способ уборки – прямое комбайнирование.

8. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В СРЕДНЕМ ЗАВОЛЖЬЕ

В современных условиях ведения сельскохозяйственного производства одним из основных показателей при возделывании полевых культур является их экономическая эффективность.

Значительная часть затрат при возделывании сельскохозяйственных культур приходится на обработку почвы. Её удельный вес в общей трудоёмкости производства продукции растениеводства составляет 25-30 и более %. На данный агроприём расходуется более 30% топлива, потребляемого в технологическом процессе, до 25 % трудовых затрат, а также затрачивается до 60% денежных средств [29, 49, 98, 173, 190, 193, 244, 288, 338, 348, 362].

Поэтому в настоящее время при совершенствовании систем основной обработки почвы и технологий, как у нас в стране, так и за рубежом, большое значение придаётся снижению затрат труда, энергетических и материальных ресурсов [237, 448, 449].

Установлено, что затраты труда, расход горючего, металлоёмкость на единицу работы и прямые издержки при обработке безотвальными орудиями и прямом посеве культур значительно ниже, чем при использовании плужной обработки [61, 111, 174, 205, 392, 393, 429-431, 434, 443, 444, 447].

Наши исследования подтвердили данную закономерность. В среднем за годы исследований применение современных технологических систем с использованием мелкой и дифференцированной системы основной обработки

почвы 1 в севообороте обеспечило большую эффективность изучаемого севооборота, по сравнению с традиционной (табл. 97, прил. 69).

Таблица 97

Экономическая эффективность возделывания полевых культур при разных технологических системах обработки почвы и посева на га севооборотной площади (2000-2010 гг.).

Показатели	Единица измерения	Технологические системы обработки почвы и посева				
		1	2	3	4	5
Стоимость продукции	Руб.	4214,3	4377,0	4195,2	4244,9	4193,3
Производственные затраты	Руб.	3475,0	3168,6	2975,1	3112,3	3186,1
Условный чистый доход	Руб.	739,3	1208,4	1220,1	1132,6	1007,2
Уровень рентабельности	%	21,3	38,1	41,0	36,4	31,6

Наименьшие производственные затраты – 2975,1 руб/га на варианте с прямым посевом яровых зерновых, что на 137,2-499,9 руб/га (4,6-7,1%) меньше показателей на других изучаемых современных технологических системах и на 499,9 руб/га (16,8 %) контроля способствовали получению наибольшего условного чистого дохода 1220,1 руб./га и уровня рентабельности 41,0%. Увеличение экономической эффективности на варианте с дифференцированной обработкой 1 связано с максимальным из изучаемых вариантов выходом продукции на гектар севооборотной площади – 4377,0 руб/га

В целом применение современных технологических систем обработки почвы и посева обеспечило, по сравнению с контролем, экономию ГСМ в 1,4-1,8 раза, производственных затрат на 288,9-499,9 руб./га (8,3-14,4%). В результате здесь установлено, по сравнению с традиционной технологией, увеличение условно чистого дохода на 267,9-480,8 руб./га (36,2-65,0%) и уровня рентабельности на 10,3-19,7 %. Полученный, в среднем за годы исследований, на технологических системах нового поколения уровень

рентабельности 31,6-41 % позволяет вести расширенное зерновое производство.

В связи с переходом к рыночной экономике, систематическим изменением цен на материалы и услуги более объективной оценкой технологий возделывания сельскохозяйственных культур – определение энергетической эффективности.

При расчете энергетической эффективности выявлена аналогичная с экономической закономерность. Наибольшая энергия, накопленная урожаем, полученная на варианте с дифференцированной обработкой 1, обеспечила самый высокий коэффициент энергетической эффективности – 3,79 ед. При наименьших затратах совокупной энергии и энергии накопленной урожаем, на вариантах с постоянной минимальной обработкой и прямым посевом яровых зерновых, коэффициент энергетической эффективности снижался на 0,01-0,06 ед. Наибольшие затраты совокупной энергии (при традиционной технологии) способствовали получению самого низкого коэффициента энергетической эффективности 3,28 ед., что на 0,45-0,51 ед. меньше остальных вариантов (табл. 98, прил. 70).

Таблица 98

Энергетическая эффективность разных технологических системах обработки почвы и посева на 1га севооборотной площади

Показатели	Единица измерения	Технологические системы обработки почвы и посева				
		1	2	3	4	5
Энергия, накопленная урожаем	ГДж	20,90	21,36	20,37	20,61	20,85
Затраты совокупной энергии	ГДж	6,38	5,63	5,39	5,49	5,59
Коэффициент энергетической эффективности		3,28	3,79	3,78	3,75	3,73

Исследования, проведённые в зернопаропропашном севообороте стационарного опыта №5, подтвердили правильность взятого курса по корректировке структуры посевных площадей в Среднем Заволжье, направленной на расширение и диверсификацию не только озимых, но и других культур.

По данным наших расчётов самой рентабельной культурой в Самарском Заволжье является подсолнечник (табл. 99).

В среднем за годы исследований (2011-2014 гг.) условный чистый доход возделывания этой культуры превышал 10000 руб/га, при наибольших значениях на интенсивном фоне технологий нового поколения – 13359,1-13704,3. Однако дополнительные затраты на применение минеральных сложных удобрений на этих вариантах не окупились прибавкой урожая в результате наибольший уровень рентабельности получен на экстенсивном фоне традиционной технологии и технологии с применением биопрепаратов (4) – 211,4-211,2 соответственно.

Из исследуемых зерновых культур наибольшие экономические показатели установлены на яровой твёрдой пшенице. При этом здесь выявлена высокая окупаемость средства защиты растений от вредителей, что обеспечило максимальный условный чистый доход на этих вариантах (6, 7) – 8829,7-9335,4 руб/га.

Высокие производственные затраты при применении основной обработки почвы на традиционной технологии не окупились прибавкой урожая, в результате наибольший уровень рентабельности получен на интенсивном фоне технологии нового поколения – 109,3-117,9, что на 10,9-19,5% выше традиционной технологии.

При возделывании остальных сельскохозяйственных культур зернопаропропашного севооборота высокие экономические показатели достигнуты за счёт высокой урожайности (яровой ячмень) и цены за единицу продукции (соя).

В исследованиях И.Ф. Медведева и др. (2014) на фоне дефицита осадков

Таблица 99

Экономическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур в зернопаропропашном севообороте, руб/га
(2011-2014 гг.)

Культуры	Технологии						
	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
Стоимость продукции							
Озимая пшеница	12868,8	14991,3	13006,3	13580,0	13996,3	14210,0	14762,5
Соя	15495,0	18470,0	14045,0	15005,0	16000,0	16415,0	15897,5
Яровая твёрдая пшеница	14052,5	17962,5	12410,0	13462,5	14095,0	16905,0	17252,5
Ячмень	12763,8	13815,0	11098,8	11197,5	13313,8	13632,5	13522,5
Подсолнечник	18780,0	20690,0	15802,5	17248,8	19143,8	20278,8	19933,8
По севообороту	14792,0	17185,8	13272,5	14098,8	15309,8	16288,3	16273,8
Производственные затраты							
Озимая пшеница	9083,9	10645,7	8008,5	8607,8	9103,7	9557,8	9541,0
Соя	8901,8	10384,7	8157,4	8323,2	9659,9	9665,2	9637,9
Яровая твёрдая пшеница	7478,4	9052,2	6308,4	6823,5	7552,8	8075,3	7916,8
Ячмень	6804,4	7794,3	5795,6	6003,7	6703,4	6788,7	6822,6
Подсолнечник	6030,8	7513,4	5361,1	5543,3	6569,4	6574,5	6574,7
По севообороту	7659,9	9078,1	6726,2	7060,3	7917,8	8132,3	8098,4
Условный чистый доход							
Озимая пшеница	3784,9	4345,6	4997,8	4972,2	4892,6	4652,2	5221,5
Соя	6593,3	8085,3	5887,6	6681,8	6340,1	6749,8	6259,6
Яровая твёрдая пшеница	6574,1	8910,3	6101,6	6639,0	6542,2	8829,7	9335,4
Ячмень	5959,4	6020,7	5303,3	5193,8	6610,4	6843,8	6699,9
Подсолнечник	12749,2	13176,6	10441,4	11705,5	12574,4	13704,3	13359,1
По севообороту	7132,1	8107,7	6546,3	7038,5	7392,0	8156,0	8175,4

продолжение таблицы 99

1	2	3	4	5	6	7	8
Уровень рентабельности, %							
Озимая пшеница	41,7	40,8	62,4	57,8	53,7	48,7	54,7
Соя	74,1	77,9	72,2	80,3	65,6	69,8	64,8
Яровая твёрдая пшеница	87,9	98,4	96,7	97,3	86,6	109,3	117,9
Ячмень	87,6	77,2	91,5	86,5	98,6	100,8	98,2
Подсолнечник	211,4	175,4	194,8	211,2	190,7	208,4	203,2
По севообороту	93,1	89,3	97,3	99,7	93,4	100,3	101,0

основным фактором, влияющим на урожайность озимой пшеницы, является почвенное плодородие. На чернозёме южном в каштановой зоне с содержанием гумуса 3,0% возделывание озимой пшеницы оказалось нерентабельным, а на варианте с содержанием гумуса 4,5 %, уровень рентабельности составил 135,4 % [165].

В наших исследованиях на чернозёме обыкновенном с содержанием гумуса более 4,0 % в условиях недостаточного увлажнения (2010-2011 гг.) и высоких производственных затрат при возделывании озимой пшеницы из анализируемых культур зернопаропропашного севооборота получены наименьшие значения условного чистого дохода и уровня рентабельности. Однако уровень рентабельности более 40%, что значительно выше показателей яровой мягкой пшеницы в последние годы, даёт возможность вести стабильное расширенное производство озимой пшеницы на всех изучаемых технологиях.

Применение рационального сочетания в севообороте полевых культур культур экологически безопасной интегрированной защиты растений с применением препаратов нового поколения, эффективной системы удобрений позволило обеспечить даже в условиях недостаточного увлажнения наибольшие экономические показатели.

В среднем за годы исследований условный чистый доход на лучших вариантах (2, 6, 7) составил – 8107,7-8175,4.

По традиционной технологии увеличение условного чистого дохода, по сравнению с экстенсивным фоном, составили – 975,6 руб/га (13,9%). На технологиях нового поколения эффективность от применения средств интенсификации возростала до 1629,1 руб/га (24,9 %).

Снижение производственных затрат, по сравнению с традиционной технологией, способствовало повышению уровня рентабельности на лучших вариантах (4, 6, 7) на 6,6-11,7 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что современные технологические системы обработки почвы и посева не снижают, по сравнению с традиционной, продуктивность пашни, но сокращают материальные и трудовые ресурсы, что

обеспечивает увеличение уровня рентабельности и коэффициента энергетической эффективности.

Проведённые комплексные исследования по выявлению наиболее эффективных технологий выявили перспективность современных агротехнологий нового поколения с применением элементов адаптивной интенсификации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Произшедшие изменения климата в регионе Среднего Заволжья, проявившиеся в повышении температурного режима холодного периода года, усилении засушливости теплого периода и улучшении влагообеспеченности в июле месяце, требуют для стабилизации объёмов производства сельскохозяйственной продукции диверсификации возделываемых культур, увеличения в структуре посевных площадей озимых и пропашных культур.

Длительное применение минимальных отвальных и безотвальных основных обработок почвы в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах не приводит к переуплотнению чернозёма обыкновенного. Плотность почвы в течение вегетации находится в пределах оптимальных значений для возделывания сельскохозяйственных культур (1,0-1,3 г/см³).

При применении современных технологических систем обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур содержание макроструктуры (10-0,25 мм, 10-3,0 мм, 7-0,25 мм), плотность пахотного слоя, пористость почвы, находятся на уровне с показателями при традиционной технологии. При применении всех испытываемых технологий сопротивление пенетрации почвы в период посева яровых зерновых не выходит за пределы оптимальных значений для развития растений.

Глубокое рыхление почвы и вспашка обеспечивают в звене пар – озимая пшеница, по сравнению с мелкими обработками пара, преимущество в накоплении влаги к весеннему возобновлению вегетации на 5,0-25,8% в годы с большим количеством осадков за осенне-весенний период. При применении биологических способов воспроизводства почвенного плодородия (солома и ПКО) в ресурсосберегающих технологиях, в том числе и при прямом посеве, наблюдается улучшение условий влагообеспеченности зерновых культур по сравнению с традиционной технологией на 9,1-26,9%.

В годы с количеством осадков меньше нормы во вневегетационный период применение плоскорезных обработок, по сравнению с отвальными, снижает содержание нитратов в пахотном слое почвы в начале вегетации на

8,3-33,0 %. Однако при количестве осадков выше нормы, на вариантах с отвальными и глубокой безотвальной обработкой происходит миграция азота в более глубокие слои почвы, что выравнивает режим питания при разных способах основной обработки почвы. Содержание подвижных фосфатов (156,1-176,1 мг/кг) и обменного калия (181,6-225,1 мг/кг) в почве высокое независимо от способов основной обработки и условий увлажнения во вневегетационный период.

Длительное применение современных технологических систем обработки почвы и посева с внесением азотных удобрений в весенний период, измельчённой соломы и ПКО предшествующих культур, по сравнению с традиционной, стабилизирует азотный режим питания, микробиологическую и ферментативную активность почвы, способствует более рациональному использованию соломы в воспроизводстве почвенного плодородия, обеспечивает формирование благоприятного для растений фосфорного (174-192 мг/кг почвы) и калийного (171-189 мг/кг почвы) режимов.

На вариантах с минимальными и дифференцированными обработками почвы за 30 лет исследований убыль гумуса в слое 0-30 см, по сравнению с контролем сократились на 0,04-0,73 % (43-789 кг в год). При этом максимальное содержание гумуса отмечено на варианте с сочетанием прямого посева яровых зерновых культур с глубоким рыхлением под пятую культуру севооборота – 4,14 %, что достоверно превышает контроль (на 0,54 %).

Длительное применение современных технологических систем обработки почвы и посева полевых культур с использованием гербицидов не приводит к увеличению общей засорённости посевов по сравнению с традиционной. На варианте с прямым посевом яровых зерновых культур внесение один раз за ротацию севооборота гербицидов сплошного действия позволяет удерживать засорённость многолетними корнеотпрысковыми сорняками на среднем уровне.

При слабой взаимосвязи продуктивности культур севооборота на изучаемых способах основной обработки почвы с агрофизическими, агрохимическими свойствами почвы, засорённостью посевов, урожайность зерновых при

минимальных обработках почвы не снижается, по сравнению с контролем, а наиболее значение получено на варианте с плоскорезной обработкой на 20-22 см – 2,28 т/га. Недобор продукции при возделывании кукурузы на варианте с мелкой плоскорезной обработкой доказывает перспективность применения комбинированной и дифференцированной обработки почвы в зернопаропропашном севообороте.

При отсутствии закономерности влияния на урожайность зерновых агрофизических, агрохимических свойств почвы, засорённости посевов при разных технологических системах обработки чернозема обыкновенного и посева наиболее значимое влияние на продуктивность культур оказывает температура воздуха в критические по влагообеспеченности фазы развития растений (кущение-колошение). Применение ресурсосберегающих технологий обеспечивает одинаковую урожайность зерновых культур, продуктивности севооборота, по сравнению с более затратной традиционной технологией и не ухудшает физических и технологических свойств зерна. В среднем наибольшая продуктивность севооборота установлена при технологии с дифференцированной обработкой почвы.

Созданные в последние годы в Самарском НИИСХ сорта озимой и яровой мягкой пшеницы, ярового ячменя обладают высоким потенциалом продуктивности, превышающим сорта-стандарты на естественном по минеральному питанию фоне на 10-34%, на удобренных фонах – на 7,5-35,5%.

Применение умеренных расчётных доз минеральных удобрений, несмотря на значительные дополнительные затраты на сортах озимой пшеницы Светоч, Бирюза и Малахит и ярового ячменя Беркут, Орлан, Ястреб окупаются прибавкой урожая. Уровень рентабельности составляет на сортах озимой пшеницы – 85,5-98,6 % ярового ячменя – 31,9-40,1%. При использовании высоких расчётных доз удобрений показатель рентабельности снижается до 56,0-64,1 и 7,7-8,9% соответственно. При возделывании яровой пшеницы прибыль получена только по сорту Тулайковская 100.

Улучшение реализации почвенно-климатического потенциала Среднего Заволжья при внедрении разработанных современных агротехнологических комплексов возделывания сельскохозяйственных культур позволяет получать урожаи озимых зерновых культур на уровне 3,5-4,0 т/га, ячменя и проса – 3,0-3,5 т/га, яровой пшеницы – 2,0-2,5 т/га, формировать высококачественное зерно, обеспечивать рентабельного производство зерна.

Системы обработки почвы и технологии посева с использованием комплекса почвообрабатывающих и посевных машин отечественного производства, благодаря менее затратным способам основной обработки, сокращению технологических операций позволяют существенно снизить, по сравнению с традиционными технологиями, материальные и трудовые затраты, увеличить условный чистый доход на 42,0-44,1 %, повысить уровень рентабельности возделывания культур зернопарового севооборота на 25,5-29,8 %.

Применение современных технологических систем обработки почвы и посева полевых культур обеспечивает, по сравнению с традиционной, экономию ГСМ в 1,4-1,8 раза, снижение производственных затрат – на 288,9-499,9 руб./га (8,3-14,4%), увеличение условного чистого дохода – на 267,9-480,8 руб./га (36,2-65,0%) уровня рентабельности – на 10,3-19,7 % и коэффициента энергетической эффективности – на 0,45-0,51. Полученный, в среднем за годы исследований, на современных технологиях уровень рентабельности 31,6-41,0 % позволяет вести расширенное зерновое производство.

Интенсификация современных агротехнологий, по сравнению с традиционными технологиями, обеспечивает в зональных зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах увеличение условного чистого дохода и уровня рентабельности на 1031,4 руб./га и 7,3 % соответственно.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В современных условиях усиления аридности климата Среднего Заволжья для повышения эффективности возделывания полевых культур на черноземе обыкновенном сельхозпроизводителям рекомендуется:

- расширить биоразнообразие растений в зернопаровых и зернопаропропашных зональных севооборотах, увеличивая до 50-60 % площади высокодоходных культур, наиболее востребованных на продовольственном рынке – яровой твёрдой пшеницы, сои, подсолнечника, ярового ячменя;

- высевать наиболее адаптированные к местным почвенно-климатическим условиям новые высокоурожайные сорта зерновых культур: озимой пшеницы Малахит, Бирюза, Светоч; ярового ячменя Беркут, Орлан, Ястреб; яровой мягкой пшеницы Тулайковская 10, Тулайковская 100, которые превышают сорта-стандарты на естественном фоне питания – на 10-34%, на удобренных фонах – на 7,5-35,5%;

- для рационального использования запасов почвенной влаги и сохранения гумуса применять дифференцированные безотвальные обработки почвы: под яровую и озимую пшеницу, ячмень, овёс, просо – минимальные мульчирующие обработки агрегатами ОПО-4,25; ОПО-8,5 и прямой посев; под подсолнечник, кукурузу, сою – глубокое рыхление агрегатом ПЧ-4,5;

- применять ресурсосберегающие технологии посева зерновых культур и сои агрегатами отечественного производства АУП-18.05 и АУП-18.07;

- применять расчётные дозы минеральных удобрений на урожайность озимой и яровой пшеницы, ярового ячменя – 4,0 т/га; 2,0 т/га и 3,0 т/га соответственно, используя малозатратные, высокоэффективные приёмы и способы их внесения (припосевное, локально-ленточное);

- в ресурсосберегающих зональных технологиях в целях стабилизации агрофизических и агрохимических свойств почвы, получения экологически безопасной продукции шире использовать биологические средства:

измельчённую солому и ПКО зерновых и зернобобовых культур на удобрения, биопрепараты для обработки посевов зерновых культур – Бионекс Кеми, Фитоспорин, подсолнечника – Борогум;

– для борьбы с двудольными сорняками, инфекционными болезнями в почве и на семенах, клопом вредной черепашкой, трипсами, злаковыми мухами (при превышении ЭПВ) на посевах зерновых культур использовать средства защиты растений нового поколения: гербициды – Секатор Турбо, Калибр; инсектицид – Децис Профи; фунгицид – Ламадор;

– для подбора оптимальных уровней интенсивности использования пашни применять созданные модели агроценозов зерновых культур и разработанные агротехнологические комплексы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов, Н.В. Производительность агросистем и состояние плодородия почв в Западной Сибири / Н.В. Абрамов. – Тюмень, 2013. – 252 с.
2. Авраменко, Р.В. Чистый пар в севооборотах Поволжья / Р.В. Авраменко // Земледелие. – 1988. – № 9. – С.14-15.
3. Агроклиматическая оценка атмосферных засух и урожайности на территории ГНУ Ульяновский НИИСХ / Р.Б. Шарипова, А.Г. Галиакберов, С.Н. Никитин, М.М. Сабитов // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2011. – № 3. – С.35-39.
4. Агрохимическая оценка состояния плодородия чернозёмных почв и эффективность применения удобрений в Среднем Заволжье / И.Н. Чумаченко, В.Я. Обущенко, В.Н. Капранов, С.В. Обущенко. – Самара, 2002. – 197 с.
5. Азизов, З.М. Обработка почвы в чернозёмной степи Саратовской области / З.М.Азизов, Ю.Ф.Курдюков // Проблемы повышения продуктивности и устойчивости земледелия лесостепи Поволжья: сб. науч. тр. Ульяновская. – Ульяновск, 1999. – С.91-95.
6. Активность каталазы / В.Г. Минеев, Н.З. Станков, Е.Х. Ремпе [и др.] //Методические указания по проведению исследований длительных опытах с удобрениями. – М., 1975. Ч. 1. – С.148-152.
7. Акулов, П.Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность чернозёмов / П.Г. Акулов. – М.: Колос, 1992. – 223 с.
8. Алгинин, В.И. Эффективность ресурсосберегающей технологии / В.И. Алгинин, Л.В. Орлова //Достижения науки и техники АПК. – 2002. – № 5. – С.11-13.
9. Аллен, Ч.П. Прямой посев и минимальная обработка почвы: пер. с англ. / Ч.П. Аллен. – М.: Агропромиздат, 1985. – 208 с.
10. Андреева, Е.А. Распределение азота удобрений по фракциям азота почвы / Е.А. Андреева, Г.М. Щеглова, Л.Н. Куренёва // Применение

стабильного изотопа ^{15}N в исследованиях по земледелию. – М.: Колос, 1973. – С.119-125.

11. Анисимов, О.А. Современные изменения климата в области широт Северного полушария / О.А. Анисимов, М.А. Белолуцкая, В.А. Лобанов //Метеорология и гидрология. – 2003. – № 1. – С.18-29.

12. Аристовская, Т.В. Микробиология процессов почвообразования / Т.В. Аристовская. – Л.: Наука, 1980. – 126 с.

13. Артюхин, К.С. Сорные растения: справ. и учеб. - метод. пособие / К.С. Артюхин. – М.: Печатный город, 2010. – 272 с.

14. Афанасьев, Н.М. Основные проблемы физики дерново-подзолистых почв БССР и пути их решения / Н.М. Афанасьев //Почвоведение. – 1990. – № 5. – С.128-138.

15. Баздырев, Г.И. Почвозащитные системы обработки плюс гербициды / Г.И. Баздырев // Земледелие. – 1990. – № 2. – С.45-48.

16. Баздырев, Г.И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии / Г.И. Баздырев. – М.: Изд-во МСХА, 1993. – 242 с.

17. Баздырев, Г.И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений / Г.И. Баздырев. – М.: КолосС, 2004. – 328 с.

18. Бакиров, Ф.Г. Влияние ресурсосберегающих систем обработки на агрофизические и почвозащитные свойства чернозёма южного и урожайность зерновых / Ф.Г. Бакиров // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 4. – С.19-21.

19. Бакиров, Ф.Г. Эффективность ресурсосберегающих систем обработки чернозёмов степной зоны Южного Урала: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / Бакиров Фарит Галиуллинович. – Оренбург, 2008. – 48 с.

20. Бараев, А.И. Итоги работ учёных ВНИИЗХ и совершенствование почвозащитной системы земледелия по зонам / А.И. Бараев //Ветровая эрозия и плодородие почвы. – М.: Колос, 1976. – С.5-24.

21. Бараев, А.И. Почвозащитное земледелие: избр. тр. / А.И. Бараев. – М.: Агропромиздат, 1988. – 381 с.

22. Барсуков, Л.Н. Изменение условий плодородия в различных прослойках пахотного слоя в зависимости от обработок / Л.Н. Барсуков, К.М. Забавская // Почвоведение. – 1953. – № 12. – С.18-27.

23. Беленков, А.И. Сравнительная эффективность приёмов основной обработки почвы под яровую пшеницу / А.И. Беленков, П.Я. Захаров, В.А. Крейс // Зерновое хозяйство. – 2004. – № 6. – С.15.

24. Бельков, Г.И. Сохранение и повышение плодородия почв в современных условиях Оренбургской области / Г.И. Бельков, Н.А. Максютков // Известия Оренбургского ГАУ. – 2014. – № 6 (50). – С.8-10.

25. Биологическая активность и оптимальная плотность пахотного слоя слабовыщелоченного чернозёма / В.Н. Слесарёв, Л.Н. Святская, Л.Д. Тихомиров, Ю.Ф. Бетехтин // Почвоведение. – 1979. – № 11. – С.95-100.

26. Биологическая активность южного чернозёма Поволжья в ландшафтной системе земледелия Поволжья / В.В. Пронько, Г.К. Соловова, Н.Ф. Климова [и др.] // Земледелие в XXI веке. Проблемы и пути решения: мат. науч.-практ. конф. (к 30-летию ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии), 25-27 октября 2000г. – Курск, 2001. – С.237-243.

27. Бобкова, Л.П. Влияние различной плотности почвы на всхожесть и развитие дынь / Л.П. Бобкова // Сборник трудов по агрономической физике. – 1965. – Вып.11. – С.132-137.

28. Богомазов, С.В. Целлюлозоразлагающая способность выщелоченного чернозёма при различных системах зяблевой обработки почвы / С.В. Богомазов, В.В. Сысоев // Проблемы АПК и пути их решения: мат. науч.-практ. конф. / Пензенская ГСХА. – Пенза, 2003. – С.56-59.

29. Бондарев, А.Г. Почвенно-физические основы применения энергосберегающих минимальных обработок почвы / А.Г. Бондарёв, И.В. Кузнецова // Достижения науки и техники АПК. – 2004. – № 5. – С.11-12.

30. Борин, А.А. Технологии обработки почвы в севообороте / А.А. Борин, А.М. Блинов, Е.М. Ветчина // Земледелие. – 1994. – № 2. – С.16-17.

31. Борин, А.А. Обработка почвы и урожайность культур севооборота / А.А. Борин // Земледелие. – 2009. – № 7. – С.22-24.

32. Боронтов, О.К. Структурно-агрегатный состав чернозёма выщелоченного в разных системах основной обработки и удобрений в севообороте / О.К. Боронтов // Агрэкологическая оптимизация земледелия: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Россельхозакадемии и 100-летию со дня рождения С.С. Соболева, 14-16 сентября 2004. – Курск, 2004. – С.448-449.

33. Бочаров, Ю.И. Совершенствование основной обработки почвы в Томской области / Ю.И. Бочаров // Земледелие. – 1995. – № 2. – С.23-25.

34. Брескина, Г.М. Изменение целлюлозолитической активности почвы под влиянием агрогенных факторов / Г.М.Брескина, Н.А.Чуян, Р.Ф.Ерёмина // Интенсификация, ресурсосбережение и охрана почв в адаптивно-ландшафтных системах земледелия (к 100-летию со дня рождения акад. ВАСХНИЛ А.И. Бараева): сб. докл. междунар. науч.-практ. конф., ГНУ ВНИИЗиЗПЭ, 10-12 сентября 2008г. – Курск, 2008. – С.462-464.

35. Будыко, М.И. Современное потепление / М.И. Будыко, Н.А. Ефимова, К.М. Лугина // Метеорология и гидрология. – 1993. – № 7. – С.29-35.

36. Буренок, В.П. Прямой посев при нулевой обработке почвы / В.П. Буренок, Л.А. Язева, Т.П. Кукшенёва // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 9. – С.25-27.

37. Буров, Д.И. Научные основы обработки почв Заволжья / Д.И. Буров. – Куйбышев, 1970. – 294 с.

38. Бялый, А.М. К вопросу о водном балансе и влагообороте в условиях Юго-Востока / А.М. Бялый // Почвоведение. – 1960. – № 9. – С.16-24.

39. Вадюнина, А.Ф. Агрофизическая и мелиоративная характеристика каштановых почв юго-востока Европейской части СССР /А.Ф. Вадюнина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 325 с.

40. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почвы / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

41. Васин, В.Г. Растениеводство / В.Г. Васин, А.В. Васин, Н.Н. Ельчанинова. – Самара, 2009. – 528 с.
42. Васин, В.Г. Поддержать почвенное плодородие поможет солома / В.Г. Васин, А.А. Марковский // Агро-Информ. – 2013. – № 1(171). Январь. – С.26-27.
43. Валеев, Ф.З. Система обработки почвы и сорняки / Ф.З. Валеев // Земледелие. – 1982. – № 6. – С.24-26.
44. Ванин, Д.Е. Влияние основной обработки почвы на урожай и засорённость посевов / Д.Е. Ванин, А.В. Тарасов, Н.Ф. Михайлов // Земледелие. – 1985. – № 3. – С.7-10.
45. Веселовский, И.В. Обработка почвы и урожай кукурузы / И.В. Веселовский, В.В. Гречка, В.С. Задорожный // Земледелие. – 1992. – № 4. – С.26-27.
46. Вильямс, В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения / В.Р. Вильямс. – М.: Сельхозгиз, 1939. – 447 с.
47. Витер, А.Ф. Изменение плодородия чернозёмов при их обработке / А.Ф. Витер // Ресурсосберегающие системы обработки почвы: сб. науч.тр. /под ред. И.П.Макарова; ВАСХНИЛ. – М.: Агропромиздат, 1990. – С.123-129.
48. Власенко, А. Н. Научные основы минимализации систем основной обработки почвы в лесостепи Западной Сибири / А.Н. Власенко. – Новосибирск, 1994. – 76 с.
49. Власенко, А.Н. Почвозащитные и ресурсосберегающие технологии обработки почвы в сухостепном земледелии / А.Н. Власенко // Проблемы стабилизации и развития сельскохозяйственного производства Сибири, Монголии и Казахстана в XXI веке. Ч.1: Земледелие, растениеводство и селекция: тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 20-23 июля 1999г.) /РАСХН. Сиб.отд-ние. – Новосибирск, 1999. – С.30-31.
50. Власенко, А.Н. Интенсификация и экологизация земледелия Сибири / А.Н.Власенко // Земледелие. – 2007. – № 2. – С.2-4.
51. Власенко, А.Н. Перспективы минимализации основной обработки сибирских чернозёмов при возделывании зерновых культур / А.Н. Власенко,

И.Н. Шарков, Л.Н. Иодко // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2010. – № 7. – С.5-14.

52. Власенко, А.Н. Проблемы и перспективы разработки и освоения технологии No-till на чернозёмах лесостепи Западной Сибири / А.Н. Власенко, Н.Г. Власенко, Н.А. Коротких // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 9. – С.16-19.

53. Влияние абиотических факторов на урожайность пшеницы в сухостепной зоне Заволжья / Ф.П. Четвериков, Е.П. Денисов, А.П. Солодовников, М.Н. Панасов // Зерновое хозяйство. – 2012. – № 6. – С.27-30.

54. Влияние агроэкологических факторов на продуктивность и качество зерна сортов озимой пшеницы в условиях лесостепи Самарской области / В.В. Глуховцев, Г.Я. Маслова, Н.И. Китлярова, М.Р. Абдряев // Известия Оренбургского ГАУ. – 2015. – № 2 (52). – С.39-40.

55. Влияние длительного применения удобрений на азотный режим южного чернозёма засушливого Поволжья / М.П. Чуб, Н.В. Потатурина, В.В. Пронько, Л.Б. Сайфулина // Агрехимия. – 2005. – № 10. – С.5-12.

56. Влияние комплексной химизации и минимализации обработки почвы на продуктивность яровой пшеницы / А.Н. Власенко, В.Е. Синещёков, Г.И. Ткаченко, Н.В. Васильева // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2013. – № 5. – С.5-9.

57. Влияние минимализации обработки почвы на урожайность яровых зерновых культур и заражённость их корневыми гнилями / В.В. Ивенин, Е.В. Михалёв, А.В. Ивенин, С.М. Голубев // Земледелие. – 2009. – № 1. – С.28-29.

58. Влияние обработки почвы и минеральных удобрений на агрофизические свойства чернозёма типичного / Г.Н. Черкасов, Е.В. Дубовик, Д.В. Дубовик, С.И. Казанцев // Вестник Курской ГСХА. – 2011. – Т. 5, № 5. – С.39-41.

59. Влияние погодных условий на плодородие почв, урожайность сельскохозяйственных культур и эффективность удобрений в Центральном

Черноземье / Г.Н. Черкасов, Н.С. Сокарев, А.Н. Воронин, С.В. Трапезников // Доклады Рос. акад. с.-х. наук. – 2010. – № 5. – С.25-27.

60. Влияние приёмов минимализации обработки почвы и применения гербицидов на продуктивность ячменя в Поволжье / Е.П. Денисов, А.П. Солодовников, Ф.П. Четвериков, Ю.А. Тарбаев // Нива Поволжья. – 2013. – № 1 (26). – С.7-11.

61. Влияние прямого посева на плодородие почвы и урожайность полевых культур в Саратовском Правобережье / В.Б. Нарушев, В.Е. Одинок, Е.В. Одинок, Д.С. Косолапов // Известия Оренбургского ГАУ. – 2015. – № 3 (53). – С.54-55.

62. Влияние типов севооборота, способов основной обработки почвы и уровней удобрения на содержание минерального азота в чернозёме типичном / В.Б. Азаров, А.А. Завалин, П.Г. Акулов [и др.] // Агротехника. – 2003. – № 3. – С.5-17.

63. Влияние энергосберегающих обработок почвы на фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы / И.С. Полетаев, Д.М. Лихацкий, Е.П. Денисов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 10. – С.28-31.

64. Володин, В.М. Динамика органического вещества в почве при сельскохозяйственном использовании чернозёмов / В.М. Володин, Н.П. Масютенко, О.В. Велюханова // Земледелие в XXI веке. Проблемы и пути решения (к 30-летию ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии): мат. науч.-практ. конф., 25-27 октября 2000г. – Курск, 2001. – С.206-210.

65. Воронин, А.Д. Основы физики почв / А.Д. Воронин. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – С.17-26.

66. Воронин, А.Д. Физика почв: успехи и проблемы / А.Д. Воронин // Почвоведение. – 1987. – № 10. – С.34-43.

67. Воронин, А.Н. Приёмы регулирования урожайности и качества зерна ячменя в Белгородской области / А.Н. Воронин, В.Д. Соловиченко, Г.И. Уваров // Земледелие. – 2010. – № 6. – С.11-13.

68. Вражнов, А.В. Адаптивная интенсификация систем земледелия на Южном Урале / А.В. Вражнов. – Челябинск, 2002. – 272 с.

69. Выращивание озимой пшеницы по технологиям прямого посева в условиях Ростовской области / Н.А. Зеленский, Г.М. Зеленская, Г.В. Мокринов, Ю.В. Река // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С.670.

70. Гамзиков, Г.П. Изменение содержания гумуса в почвах в результате сельскохозяйственного использования: (обзор. информ.) / Г.П. Гамзиков, М.Н. Кулагина. – М., 1992. – 48 с.

71. Гармашов, В.М. Засорённость посевов при различных способах обработки почвы в зернопаропропашном севообороте / В.М. Гармашов, А.Ф. Витер // Земледелие. – 2008. – № 5. – С.37-38.

72. Глухих, М.А. Терентий Семёнович Мальцев. Идеи и научные исследования. Ч. 2 / М.А. Глухих, В.Б. Собянин, О.Б. Собянина. – Курган, 2005. – 244 с.

73. Головоченко, А.П. Состояние производство и агроэкологическое районирование пшеницы в Самарской области / А.П. Головоченко; Поволжский НИИСС. – Кинель, 1997. – 97 с.

74. Гончаров, П.Л. Реакция сортов яровой мягкой пшеницы на условия внешней среды в степной зоне Западной Сибири (Северная Кулунда) / П.Л. Гончаров, С.В. Куркова, Г.М. Осипова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 1. – С.5-7.

75. Горянин, О.И. Способы основной обработки и ухода за чистыми парами на обыкновенном чернозёме Степного Заволжья: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Горянин Олег Иванович. – Безенчук, 1999. – 24 с.

76. Горянин, О.И. Просо - одна из страховых культур степного Заволжья / О.И. Горянин // Известия Оренбургского ГАУ. – 2012. – № 1 (33). – С.45-47.

77. Горянина Т.А. Возделывание озимых зерновых культур в чернозёмной степи Среднего Поволжья / Т.А. Горянина, О.И. Горянин // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2012. – №3. – С.14-17.

78. Горянина, Т.А. Селекция озимого тритикале в Самарском НИИСХ / Т.А. Горянина, А.А. Бишарёв // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т.16, № 5(3). – С.1117-1121.

79. Горянина, Т.А. Влияние климатических условий на урожайность озимого тритикале в условиях глобального потепления климата / Т.А. Горянина // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 8. – С.12-16.

80. ГОСТ 10840 – 64. Зерно. Метод определения натурального веса. Взамен ГОСТ 3040-55; введ. 1965-07-01. – М.: Стандартинформ, 2009. – 3 с.

81. ГОСТ 10842 – 89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зёрен или 1000 семян. Введ. 1991-07-01. – М.: Стандартинформ, 2009. – 4 с.

82. ГОСТ 12037 – 81. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян. Взамен ГОСТ 12037-66; введ. 1982-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 18 с.

83. ГОСТ 13586.5 – 93. Зерно. Метод определения влажности. Введ. 1994-06-01. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 10 с.

84. ГОСТ 26204 – 91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО. Введ. 1993-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 5 с.

85. ГОСТ 26951 – 86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. Введ. 1987-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 7 с.

86. ГОСТ 28168 – 89. Почвы. Отбор проб. Введ. 1990-04-01. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 6 с.

87. ГОСТ 13496.4 – 93. Зерно. Методы определения азота и сырого протеина. Введ. 1995-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 6 с.

88. ГОСТ 16265-89 Земледелие. Термины и определения. Введ. 1991-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 21 с.

89. ГОСТ 26212-91. Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена модификация ЦИНАО. Введ. 1993-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 6 с.

90. ГОСТ 26213-04. Почвы. Определение гумуса по методу Тюрина модификация ЦИНАО. – М.: Стандартиформ, 2009. – 6 с.
91. ГОСТ Р 52554-2006. Пшеница. Технические условия. Введ. 2007-07-01. – М.: Стандартиформ, 2006. – 15 с.
92. ГОСТ Р 53900-2010. Ячмень кормовой. Технические условия. Введ. 2011-07-01. – М.: Стандартиформ, 2011. – 5 с.
93. Грабовец, А.И. Озимая пшеница: монография / А.И. Грабовец, М.А. Фоменко. – Ростов-на-Дону, 2007. – 600 с.
94. Григоров, А.Н. Агрэкологические приёмы использования органических остатков / А.Н. Григоров, Н.Н. Лесной // Агрэкологическая оптимизация земледелия: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Россельхозакадемии и 100-летию со дня рождения С.С. Соболева, 14-16 сентября 2004. – Курск, 2004. – С.265-267.
95. Гришин, П.Н. Методология системного анализа взаимосвязей параметров почвенного плодородия: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / Гришин Павел Николаевич. – Саратов, 1998. – 47 с.
96. Двуреченский, В.И. Нулевая технология: повышение эффективности производства зерна и почвенного плодородия / В.И. Двуреченский // Агро XXI. – 2007. – №1 (3). – С.19-22.
97. Двуреченский, В.И. Минимализация агротехнологий в степной зоне Казахстана / В.И. Двуреченский, С.И. Гилевич // Земледелие. – 2008. – № 4. – С. 10-11.
98. Денисов, Е.П. Эффективность энергосберегающих обработок почвы при возделывании яровой пшеницы / Е.П. Денисов, А.П. Солодовников, Р.К. Биктеев // Нива Поволжья. – 2011. – № 3(20). – С.21-25.
99. Дерпш, Р. Опыт Южной Америки. Этапы реализации технологии прямого посева / Р. Дерпш // Ресурсосберегающее земледелие. – 2008. – № 1. – С.6-9.
100. Дмитриев, Е.А. Математическая статистика в почвоведении: учебник / Е.А. Дмитриев. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 320 с.

101. Добровольская, Т.Г. Почвы и микробное разнообразие / Т.Г. Добровольская, Л.В. Лысак, Д.Г. Звягинцев // Почвоведение. – 1996. – № 6. – С.699-704.
102. Докучаев, В.В. Наши степи прежде и теперь / В.В. Докучаев // Классики русской агрономии в борьбе с засухой. – М.: Изд-во АН ССР, 1951. – С. 63-109.
103. Долгов, С.И. Агрофизические методы исследования почв / С.И. Долгов, П.У. Бахтин. – М.: Наука, 1966. – С.56-68.
104. Долгов, С.И. О некоторых закономерностях зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от плотности почвы / С.И. Долгов, С.А. Модина // Теоретические вопросы обработки почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – Вып. 2. – С.54-64.
105. Дорожко, Г.Р. Влияние прямого посева полевых культур на агрофизические свойства почвы и урожайность озимой пшеницы в условиях засушливой зоны Ставропольского края на чернозёме южном / Г.Р. Дорожко, Д.Ю. Бородин // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северокавказском федеральном округе. – Ставрополь, 2012. – С.174-179.
106. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
107. Дридигер, В.К. Технологии прямого посева в Аргентине / В.К. Дридигер // Земледелие. – 2013. – № 1. – С.21-24.
108. Дубачинская, Н.Н. Роль системы земледелия в экономическом росте АПК / Н.Н. Дубачинская // Известия Оренбургского ГАУ. – 2006. – № 2. – С.86-87.
109. Дудкин, В.М. Севообороты в современной земледелии России / В.М. Дудкин. – Курск: Изд-во КГСХА, 1997. – 155 с.
110. Дудкин, И.В. Комплексная борьба с сорняками в зернопаропропашном севообороте / И.В. Дудкин, З.М. Шмат, Н.Ф. Гончаров // Интенсификация, ресурсосбережение и охрана почв в адаптивно-ландшафтных

системах земледелия (к 100-летию со дня рождения акад. ВАСХНИЛ А.И. Бараева): сб. докл. междунар. науч.-практ. конф., ГНУ ВНИИЗиЗПЭ, 10-12 сентября 2008г. – Курск, 2008. – С.216-218.

111. Епифанов, В.С. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Среднем Поволжье / В.С. Епифанов // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 2. – С.25-28.

112. Ерофеев, С.Е. Технология возделывания яровой пшеницы на чернозёме выщелоченном, адаптированная к условиям Ульяновской области / С.Е. Ерофеев // Пути решения проблем повышения адаптивности, продуктивности и качества зерновых и кормовых культур: мат. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Самарского НИИСХ и 70-летию Поволжского НИИСС. – Самара, 2003. – С.123-124.

113. Жабагина, А.К. Влияние приёмов почвозащитной обработки на плотность почвы / А.К. Жабагина, К.Г. Сагитов // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Кыргызстана: тр. 8-й Междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 26-28 июля 2005г.) / РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2005. – С.174-176.

114. Жученко, А.А. Фундаментальные и прикладные научные приоритеты адаптивной интенсификации растениеводства в XXI веке / А.А. Жученко. – Саратов, 2000. – 275 с.

115. Жученко, А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России / А.А. Жученко. – М.: Агрорус, 2004. – 1109 с.

116. Жученко, А.А. Проблемы ресурсосбережения в процессах интенсификации сельскохозяйственного производства / А.А. Жученко // Проблемы адаптивной интенсификации земледелия в Среднем Поволжье: сб. науч. тр.: (Посвящ. 135-летию со дня рождения Н.М. Тулайкова / ГНУ Самарский НИИСХ. – Самара: СамНЦ РАН, 2012. – С.8-33.

117. Жученков, К.К. Реакция растений на плотность дерново-подзолистой глееватой почвы / К.К. Жученков // Теоретические вопросы обработки почв. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – Вып. 2. – С.214-216.

118. Завалин, А.А. Вклад факторов в формирование урожая и основных показателей качества яровых зерновых культур / А.А. Завалин, Е.И. Пасынкова, А.В. Пасынков // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С.8-10.

119. Захаренко, А.В. Теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценоза в системах земледелия / А.В. Захаренко. – М.: МСХА, 2000. – 465 с.

120. Захаров, П.Я. Методика определения нормативной базы биологизации севооборотов зерновой специализации с учётом ресурсосберегающей обработки почвы в агроландшафтах Нижнего Поволжья / П.Я. Захаров, А.Н. Сухов, П.А. Смутнев. – Волгоград, 2005. – 38 с.

121. Земледелие / под ред. С.А. Воробьева. – М.: Агропромиздат, 1991. – С.39-44.

122. Земледелие в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков, Р.В. Авраменко, А.А. Марковский [и др.]. – М.: Колос, 2008. – 308 с.

123. Зерфус, В.М. Развитие микрофлоры и биологической активности выщелоченного чернозёма при сокращении его обработок / В.М. Зерфус // Почвоведение. – 1979. – № 11. – С.101-105.

124. Зинченко, С.И. Почвы и растения / С.И. Зинченко, М.А. Мазиров, М.К. Зинченко. – Владимир, 2008. – 284 с.

125. Иванова, А.А. Глобальные проявления изменения климата в агропромышленной сфере / А.А. Иванова. – М., 2004. – 331 с.

126. Иванова, Г.Ф. Климатические изменения на территории Саратовской области и их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур / Г.Ф. Иванова, Ю.А. Скляр, Н.Г. Левицкая // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. – 2006. – Т.6, вып. 1. – С.10-15.

127. Иванова, Г.Ф. Оценка современного состояния агроклиматических ресурсов Саратовской области / Г.Ф. Иванова, Н.Г. Левицкая, И.А. Орлова // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. – 2013. – Т.13, вып. 2. – С.10-12.

128. Иванов, А.Л. Проблемы ведения земледелия в условиях засухи 2010 г. в Российской Федерации / А.Л. Иванов, А.Н. Каштанов // Владимирский земледелец. – 2010. – № 4. – С.8-10.

129. Иванов, П.К. Основная обработка почвы на Юго-Востоке / П.К. Иванов. – Саратов, 1967. – 211 с.

130. Ивенин, В.В. Минимализация обработки почвы и урожайность яровой пшеницы / В.В. Ивенин, В.А. Строкин, В.В. Осипов // Земледелие. – 2010. – № 5. – С.13-15.

131. Изменение структурно-агрегатного состава и органической части чернозёма, выщелоченного под влиянием основной обработки почвы / Г.В. Чуварлиева, Г.М. Лессовая, В.А. Кулик [и др.] // Информационно-технологическое обеспечение адаптивно-ландшафтных систем земледелия: сб. докл. Всерос. науч.-практ конф., ГНУ ВНИИЗиЗПЭ, 11-13 сентября 2012г. – Курск, 2012. – С.264-268.

132. Изменение структуры комплекса почвенных микромицетов в ходе микробных сукцессий / Л.М. Полянская, Т.Г. Мирчинк, П.А. Кожевин, Д.Г. Звягинцев //Микробиология. – 1990. –Вып. 2. – С.349-354.

133. Израэль, Ю.А. Проблемы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему земли / Ю.А. Израэль, И.М. Назаров // Метеорология и гидрология. – 2004. – № 11. – С.5-16.

134. Израэль, Ю.А. О состоянии современного климата и предложения о деятельности в области противодействия изменения климата / Ю.А. Израэль // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 10. – С.5-8.

135. Инструкция по методике отбора проб и анализов почвы и растений. – Безенчук, 1971. – Ч.1. 32 с.; – Ч. 2. 36 с.

136. Иодко, Л.Н. Преимущества безотвальной обработки пара неоспоримо / Л.Н. Иодко, И.Г. Иодко // Земледелие. – 1990. – № 1. – С.63-64.

137. Исайкин, И.И. Плуг – сорнякам друг / И.И. Исайкин, М.К. Волков // Земледелие. – 2007. – № 1. – С.23-24.

138. Искрин, В.В. Справочное пособие по кормлению сельскохозяйственных животных / В.В. Искрин. – Самара, 1998. – 191 с.

139. Ишкин, П.А. Наши культиваторы не уступают «иностранцам» / П.А. Ишкин, О.М. Беляев // Информационный бюллетень МСХ РФ. – 2014. – № 8. Август. – С.44-45.

140. Казаков, Г.И. Дифференцированная обработка чернозёмных почв в Среднем Поволжье: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. 06.01.01 / Казаков Геннадий Иванович. – Кинель, 1986. – 44 с.

141. Казаков, Г.И. Плотность почвы как один из критериев глубины её обработки / Г.И.Казаков // Прогрессивные системы обработки почвы. – Куйбышев, 1988. – С.125-130.

142. Казаков, Г.И. Влияние основной обработки почвы на трансформацию органических остатков и содержание гумуса / Г.И. Казаков, М.Ф. Мухутдинов // Интенсификация использования удобрений и химических средств защиты растений в земледелии. – Куйбышев, 1989. – С.46-49.

143. Казаков, Г.И. Агрофизические показатели плодородия почвы как научные основы её обработки / Г.И.Казаков // Ресурсосберегающие системы обработки почвы. – М.: Агропромиздат, 1990. – С.32-38.

144. Казаков, Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье и пути её совершенствования / Г.И.Казаков // Дифференциация систем земледелия и плодородия чернозёмов лесостепи Поволжья: сб. науч. тр. / Ульяновский СХИ. – Ульяновск, 1996. – С.47-60.

145. Казаков, Г.И. Влияние севооборотов и систем обработки почвы на засорённость сельскохозяйственных культур в лесостепи Заволжья / Г.И. Казаков, О.И. Подскачая // Проблемы земледелия Среднего Поволжья. – Самара, 1997. – С.43-49.

146. Казаков, Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков. – Самара, 1997. – 196 с.

147. Казаков, Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье: монография / Г.И. Казаков. – Самара: Изд-во Самарской ГСХА, 2008. – 251 с.

148. Казаков, Г.И. Почвозащитная обработка почвы в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков, В.А. Корчагин // Земледелие. – 2009. – № 1. – С.26-28.
149. Казаков, Г.И. Экологизация и энергосбережение в земледелие Среднего Поволжья: монография / Г.И. Казаков, В.А. Милюткин. – Самара: РИЦ СГСХА, 2010. – 245 с.
150. Казаков, Г.И. О путях повышения производства продукции земледелия в Самарской области / Г.И.Казаков // Агро-Информ. – 2011. – № 148. Февраль. – С.27-29.
151. Калакуцкий, Л.В. Экология актиномицетов / Л.В.Калакуцкий, Г.М.Зенова // Успехи микробиологии. – 1984. – № 19. – С.203-221.
152. Калимуллин, А.Н. Научные основы производства семян зерновых культур в Среднем Поволжье / А.Н. Калимуллин. – Самара, 1999. – 178 с.
153. Кант, Г. Земледелие без плуга: Предпосылки, способы и границы прямого посева при возделывании зерновых культур / Г.Кант; пер. с нем. Е.И. Кошкина. – М.: Колос, 1980. – 158 с.
154. Канцалиев, В.Т. Основная подготовка чернозёма под озимые / В.Т. Канцалиев // Земледелие. – 1992. – № 3. – С.24-26.
155. Карабутов, А.П. Особенности агротехники озимой пшеницы в меняющихся погодных условиях / А.П. Карабутов, Г.И. Уваров, А.А. Найдёнов // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 9. – С.43-45.
156. Каракулев, В.В. Эффективность ресурсосберегающих систем основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы / В.В. Каракулев, Ф.Г. Бакиров, В.Д. Вибе // Известия Оренбургского ГАУ. – 2004. – № 4. – С.14-17.
157. Карамщук, З.П. Микробиологические основы почвозащитного земледелия / З.П. Карамщук. – Алма-Ата, 1989. – 200 с.
158. Каргин, И.Ф. Земледелие в междуречье Волги и Оки: возникновение и развитие / И.Ф. Каргин, С.Н. Немцев; науч. ред. Н.С. Немцев. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2004. – 192 с.

159. Карпов, А.В. Формирование запасов продуктивной влаги в зависимости от степени антропогенного воздействия на агроэкосистемы / А.В.Карпов // Пути решения проблем повышения адаптивности, продуктивности и качества зерновых и кормовых культур: мат. между. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Самарского НИИСХ и 70-летию Поволжского НИИСС. – Самара, 2003. – С.111-112.

160. Карпов, А.В. Формирование запасов продуктивной влаги в ценозах при различном уровне агротехногенного использования / А.В. Карпов, С.В. Шайкин, И.А. Вандышев // Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства в условиях антропогенного загрязнения: мат. Всерос. науч.-практ. конф. – Ульяновск, 2004. – С.137-142.

161. Карпович, К.И. Эффективность минимальной обработки почвы / К.И. Карпович // Научные труды Ульяновского НИИСХ. – Ульяновск, 2008. – Т. 18. – С.27-31.

162. Карпович, К.И. Совершенствование почвозащитного земледелия на ландшафтной основе в Ульяновской области / К.И. Карпович // Интенсификация, ресурсосбережение и охрана почв в адаптивно-ландшафтных системах земледелия: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф., ГНУ ВНИИЗиЗПЭ, 10-12 сентября 2008г. – Курск, 2008. – С.256-259.

163. Картамышев, Н.И. Снижать засорённость полей в почвозащитном земледелии / Н.И. Картамышев, З.М. Шмат, Н.Ф. Гончаров // Земледелие. – 1992. – № 2. – С.55-58.

164. Каталог сортов полевых культур селекции ГНУ Самарский НИИСХ Россельхозакадемии / С.Н. Шевченко, А.А. Вьюшков, А.Ф. Сухоруков, [и др.]. – Самара, 2012. – 51 с.

165. Качественная и количественная связь урожайности озимой пшеницы с природными и антропогенными факторами интенсификации / И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев, К.А. Азаров [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 12. – С.22-26.

166. Каштанов, А.И. Плодородие почвы в интенсивном земледелии: теоретические и методические аспекты / А.И. Каштанов // Вестник с.-х. науки. – 1983. – № 12. – С.60-80.
167. Каштанов, В.В. Научно-методические основы современных систем земледелия / В.В. Каштанов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 32 с.
168. Каюмов, М.К. Удобрения под запланированный урожай зерновых культур / М.К. Каюмов. – М.: ВАСХНИЛ, 1981. – 48 с.
169. Кирдин, В.Ф. Плоскорезная обработка или отвальная вспашка / В.Ф. Кирдин, Ф.К. Халилов // Степные просторы. – 1984. – № 7. – С.17-18.
170. Кирдин, В.Ф. Агротехнологии противодействуют засухе / В.Ф. Кирдин // Земледелие. – 2010. – № 2. – С.7- 9.
171. Кирюшин, В.И. Биологическая активность выщелоченного чернозёма Приобья / В.И. Кирюшин, А.А. Данилова // Почвоведение. – 1990. – № 9. – С.79-86.
172. Кирюшин, В.И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия / В.И. Кирюшин // Земледелие. – 2006. – № 5. – С.12-14.
173. Кирюшин, В.И. Минимальные обработки почвы: перспективы и противоречия / В.И. Кирюшин // Главный агроном. – 2007. – № 6. – С.16-20.
174. Кислов, А.В. Агрофизические свойства южных чернозёмов и минимализация их обработки на Южном Урале / А.В. Кислов // Проблемы земледелия Среднего Поволжья. – Самара, 1997. – С.86-92.
175. Кислов, А.В. Особенности технологии возделывания зерновых и кормовых культур / А.В. Кислов // Система устойчивого ведения сельского хозяйства Оренбургской области. – Оренбург, 1999. – С.171-184.
176. Кислов А.В. Системы обработки и воспроизводства почвенного плодородия в севооборотах / А.В.Кислов // Сохранение и повышение плодородия почв в адаптивно-ландшафтном земледелии Оренбургской области. – Оренбург, 2002. – С.139-191.
177. Кислов, А.В. Экономическое обоснование ресурсосберегающих технологий возделывания ячменя в степной зоне Южного Урала / А.В. Кислов,

Р.С. Мушинская, Р.Ф. Ягофаров // Известия Оренбургского ГАУ. – 2004. – Т.2, № 2-1. – С.68-70.

178. Кислов, А.В. Ресурсосберегающие приёмы возделывания яровой твёрдой пшеницы на Южном Урале / А.В. Кислов, Л.В. Иванова // Земледелие. – 2007. – № 2. – С.23.

179. Кисс, Н.И. Динамика структурно-агрегатного состава чернозёмов обыкновенных в звене зернопаропропашного севооборота на склонах / Н.И. Кисс, И.В. Сафонова // Известия Оренбургского ГАУ. – 2014. – № 4 (48). – С.10-13.

180. Климат Самарской области и его характеристики для климатозависимых отраслей экономики / Б.Г. Шерстюков, В.Н. Разуваев, А.И. Ефимов [и др.]. – Самара, 2006. – 168 с.

181. Климашевский, Э.Л. Генетический аспект минерального питания / Э.Л. Климашевский. – М.: Агропромиздат, 1991. – 415 с.

182. Ковалёв, В.П. Плотность сложения почвы и урожай / В.П. Ковалёв // Почвоведение. – 1992. – № 11. – С.111-115.

183. Ковтун, В.И. Селекция высокоадаптивных сортов озимой пшеницы в нетрадиционных технологиях их возделывания в засушливых условиях юга России / В.И. Ковтун. – Ростов н/Д, 2002. – 84 с.

184. Колмаков, П.П. Результаты изучения скважности почвы / П.П. Колмаков, К.И. Казанцев // Земледелие. – 1983. – № 7. – С.29-30.

185. Колмаков, П.П. Минимальная обработка почвы / П.П. Колмаков, А.М. Нестеренко. – М.: Колос, 1981. – 240 с.

186. Комбикорма, кормовые добавки и ЗЦМ для животных (состав и применение): справочник /под. ред. В.А. Крохиной. – М.: Агропромиздат, 1990. – 304 с.

187. Концепция оптимизации режима органических веществ почв в агроландшафтах / В.И. Кирюшин, Н.Ф. Ганжара, И.С. Кауричев [и др.]. – М.: Изд-во МСХА, 1993. – 99 с.

188. Концепция формирования современных ресурсосберегающих комплексов возделывания зерновых культур в Среднем Поволжье /науч. ред., сост. В.А. Корчагин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара, 2008. – 88 с.

189. Коринец, В.В. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур: метод. рек. / В.В. Коринец, А.Ф. Козловцев, З.Н. Козенко. – Волгоград, 1985. – 30 с.

190. Коринец, В.В. Системно-энергетический подход при оценке обработки почвы / В.В. Коринец // Земледелие. – 1991. – № 12. – С.34-36.

191. Корчагин, В.А. Системы разноглубинной вспашки почвы в зернопаропропашном севообороте на обыкновенных чернозёмах Среднего Заволжья / В.А. Корчагин // Прогрессивные приёмы земледелия в засушливом Поволжье. – Куйбышев, 1978. – С.34-39.

192. Корчагин, В.А. Применение чистых паров для стабилизации производства зерна и интенсификации использования пашни / В.А. Корчагин // Интенсификация использования паровых полей в Среднем Заволжье. – Самара, 1992. – С.3-24.

193. Корчагин, В.А. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Среднем Заволжье / В.А. Корчагин // Проблемы земледелия Среднего Поволжья. – Самара, 1997. – С.107-109.

194. Корчагин, В.А. Ресурсосбережение – важнейшее направление совершенствования адаптивных систем земледелия / В.А. Корчагин // Современные технологические комплексы возделывания зерновых культур в адаптивных системах земледелия Среднего Поволжья / Самарский НИИСХ, Поволжская МИС. – Самара, 2002. – С.5-11.

195. Корчагин, В.А. Минимальная и нулевая основная обработка почвы / В.А. Корчагин, И.А. Чуданов // Современные технологические комплексы возделывания зерновых культур в адаптивных системах земледелия Среднего Поволжья: Самарский НИИСХ; Поволжская МИС. – Самара, 2002. – С.28-39.

196. Корчагин, В.А. Сельскохозяйственные машины и орудия в зерновом проекте ЗАО «Система менеджмента и производства» / В.А. Корчагин //

Современные технологические комплексы возделывания зерновых культур / Самарский НИИСХ, Поволжская МИС. – Самара, 2002. – С.110-113.

197. Корчагин, В.А. Ресурсосберегающие технологические комплексы возделывания зерновых культур в степных районах Среднего Поволжья / В.А. Корчагин, О.И. Горянин, В.Г. Новиков // Научные основы адаптивных систем земледелия в степных районах Среднего Заволжья: сб. науч.тр.: к 100-летию Самарского НИИСХ. – Самара: Изд-во «НТЦ», 2003. – С.248-261.

198. Корчагин, В.А. Основные тенденции изменения агрометеорологических показателей погодных условий в Среднем Заволжье за последние 100 лет (1904-2004) / В.А. Корчагин, О.И. Горянин. – Безенчук, 2005. – 76 с.

199. Корчагин, В.А. Основные элементы современных ресурсосберегающих технологических комплексов возделывания зерновых культур в Среднем Поволжье / В.А. Корчагин, О.И. Горянин // Концепция формирования современных ресурсосберегающих технологических комплексов возделывания зерновых культур в Среднем Поволжье / Самарский НИИСХ. – Самара, 2006. – С.16-21.

200. Корчагин, В.А. Ресурсоэкономные и почвосберегающие системы обработки почвы и посева / В.А. Корчагин, О.И. Горянин // Концепция формирования современных ресурсосберегающих технологических комплексов возделывания зерновых культур в Среднем Поволжье / Самарский НИИСХ. – Самара, 2006. – С.24-32.

201. Корчагин, В.А. Прямой посев яровой мягкой пшеницы в степных районах Среднего Поволжья / В.А. Корчагин, О.И. Горянин, В.Г. Новиков // Достижение науки и техники АПК. – 2007. – № 8. – С.17-19.

202. Корчагин, В.А. Научные основы формирования современных ресурсосберегающих технологических комплексов / В.А. Корчагин // Концепция формирования современных ресурсосберегающих технологических комплексов возделывания зерновых культур в Среднем Поволжье / науч. ред., сост.

В.А.Корчагин; Самарский НИИСХ. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара, 2008. – С.11-15.

203. Корчагин, В.А. Основные элементы современных ресурсосберегающих технологических комплексов / В.А. Корчагин, О.И. Горянин // Концепция формирования современных ресурсосберегающих технологических комплексов возделывания зерновых культур в Среднем Поволжье / науч. ред., сост. В.А. Корчагин; Самарский НИИСХ. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара, 2008. – С.16-21.

204. Корчагин, В.А. Система машин для ресурсосберегающих технологий / В.А. Корчагин, О.И. Горянин // Концепция формирования современных ресурсосберегающих технологических комплексов возделывания зерновых культур в Среднем Поволжье / науч. ред., сост. В.А. Корчагин; Самарский НИИСХ. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара, 2008. – С.49-53.

205. Корчагин, В.А. Экономическая оценка современных ресурсосберегающих технологий / В.А. Корчагин, О.И. Горянин // Концепция формирования современных ресурсосберегающих технологических комплексов возделывания зерновых культур в Среднем Поволжье / науч. ред., сост. В.А. Корчагин; Самарский НИИСХ. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара, 2008. – С.70-72.

206. Корчагин, В.А. Дорога в будущее: (О комплексе машин ООО «Сельмаш» для современных ресурсосберегающих технологий) / В.А. Корчагин, Г.И. Шаяхметов, О.И. Горянин; Самарский НИИСХ, ООО «Сельмаш». – Самара: СамНЦ РАН, 2011. – 132 с.

207. Корчагин, В.А. Основные элементы современных технологических комплексов возделывания сельскохозяйственных культур в адаптивных системах земледелия Среднего Поволжья / В.А. Корчагин, О.И. Горянин // Проблемы адаптивной интенсификации земледелия в Среднем Поволжье: сб. науч. тр.: (Посвящ. 135-летию со дня рождения Н.М. Тулайкова /ГНУ Самарский НИИСХ. – Самара: СамНЦ РАН, 2012. – С.90-109.

208. Косолапова, А.И. Влияние изменения климатических показателей в Пермском крае на урожайность зерновых культур / А.И. Косолапова, М.Т. Васбиева // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 11. – С.9-11.

209. Костычев, П.А. О борьбе с засухами в черноземной области посредством обработки полей и накопления влаги / П.А. Костычев // Избранные труды. – М.: Изд. АН СССР, 1951. – С.450-530.

210. Кошеляев, В.В. Сортовой потенциал яровой мягкой пшеницы и ячменя в условиях Пензенской области / В.В. Кошеляев, И.П. Кошеляева, С.М. Кудин // Нива Поволжья. – 2012. – № 1 (22). – С.17-21.

211. Кошкин, П.Д. Эффективность разных систем основной обработки почвы / П.Д. Кошкин // Земледелие. – 1997. – № 2. – С.21-23.

212. Краткий обзор истории обработки почвы / науч. ред. П.Л. Гончаров; ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1981. – 74 с.

213. Кривобочек, В.Г. Новые сорта яровой пшеницы для инновационных технологий / В.Г. Кривобочек // Нива Поволжья. – 2014. – № 3. – С.20-26.

214. Кроветто, К. Прямой посев в Чили / К. Кроветто // Ресурсосберегающее земледелие. – 2009. – № 1. – С.12-14.

215. Кроветто, К. Нулевая обработка. Роль растительных остатков / К. Кроветто // Ресурсосберегающее земледелие. – 2010. – № 1(5). – С.7-10.

216. Кроветто, К. Прямой посев (No-till) / К. Кроветто. – Самара, 2010. – 206 с.

217. Круть, В.М. Минимализация обработки почвы под озимую пшеницу в степной зоне УССР / В.М. Круть // Вестник с.-х. науки. – 1980. – № 4. – С.62-68.

218. Крючков, А.Г. Реакция различных сортов яровой мягкой пшеницы на приёмы обработки почвы в Оренбургском Предуралье / А.Г. Крючков, Г.С. Баева // Известия Оренбургского ГАУ. – 2012. – Т.3, №1 (35). – С.41-44.

219. Кузина, В.П. Почвы опытной станции / В.П. Кузина // Приёмы повышения культуры земледелия в степном Заволжье. – Куйбышев, 1973. – С.5-8.

220. Кузина, Е.В. Структурное состояние и плотность чернозёма выщелоченного в зависимости от вида основной обработки почвы / Е.В. Кузина // Научные труды Ульяновского НИИСХ. – Ульяновск, 2008. – Т. 18. – С.61-64.

221. Кузнецова, И.В. О некоторых критериях оценки физических свойств почв / И.В. Кузнецова // Почвоведение. – 1979. – № 3. – С.81-88.

222. Кузнецова, И.В. Об оптимальной плотности почв / И.В. Кузнецова // Почвоведение. – 1990. – № 5. – С.43-54.

223. Куликова, А.Х. Система обработки почвы и подавление сорных растений / А.Х. Куликова, В.И. Морозов // Борьба с засорённостью полей в земледелии лесостепи Поволжья. – Ульяновск, 1991. – С.64-83.

224. Куликова, А.Х. Агроэкологическая концепция воспроизводства плодородия чернозёма лесостепи Поволжья / А.Х. Куликова // Проблемы повышения продуктивности и устойчивости земледелия лесостепи Поволжья: сб. науч. тр. /Ульяновская ГСХА. – Ульяновск, 1999. – С.11-19.

225. Куликова, А.Х. Плодородие почвы и продуктивность земледелия в Ульяновской области / А.Х. Куликова // Проблемы адаптивной интенсификации земледелия в Среднем Поволжье: сб. науч. тр. – Самара: СамНЦ РАН, 2012. – С.180-189.

226. Курдюков, Ю.Ф. Совершенствование систем обработки почвы в засушливой степи Поволжья / Ю.Ф. Курдюков, З.М. Азизов, Г.А. Куликова // Развитие адаптивных почвозащитных систем земледелия в Поволжье: тез. докл. науч. -практ. конф., посвящ. 90-летию ... А.И.Бараева, 7-8 июля 1998 г. /НИИСХ Юго-Востока. – Саратов, 1999. – С.32-36.

227. Курдюков, Ю.Ф. Влияние весенних запасов продуктивной влаги в почве и осадков на продуктивность зерновых культур в зоне засушливой черноземной степи / Ю.Ф. Курдюков, М.Ю. Васильева, С.И. Пряхина // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. – 2007. – Т.7, вып. 1. – С.16-20.

228. Кутоватая, Н.Я. Влияние уплотнения почвы на её биологическую активность и пищевой режим / Н.Я. Кутоватая, М.А. Шипилов // Тр. НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева. – 1980. – Т.17, вып.1. – С.60-66.

229. Кшникаткина, А.Н. Агроэкологическое обоснование повышения адаптивности потенциала голозёрного ячменя в лесостепи Среднего Поволжья / А.Н. Кшникаткина, М.И. Юров // Нива Поволжья. – 2013. – № 1 (26). – С. 29-34.

230. Ладонин, В.Ф. Обработка почвы в северной степи Украины / В.Ф. Ладонин // Земледелие. – 1997. – № 3. – С.21-23.

231. Левицкая, Н.Г. Современные тенденции изменения климата и их влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур в Нижнем Поволжье / Н.Г. Левицкая, О.В. Шаталова // Проблемы и пути преодоления засухи в Поволжье: науч. тр. / НИИСХ Юго-Востока. – Саратов, 2000. – Ч. 2. – С.33-47.

232. Листопадов, И.Н. Минимализация, а не упрощение / И.Н. Листопадов // Земледелие. – 2007. – № 1. – С.25-27.

233. Лобанов, В.А. Применение эмпирико-статистических методов для моделирования и анализа климатических изменений / В.А. Лобанов, А.Е. Шадурский // Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2010. – № 14. – С.73-88.

234. Лукин, С.В. Содержание органического вещества в пахотных почвах Белгородской области / С.В. Лукин // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 4. – С.44-45.

235. Лыков, А.М. Воспроизводство плодородия почв в Нечернозёмной зоне / А.М. Лыков. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 143 с.

236. Лыков, А.М. К проблеме экологизации обработки почвы в современных системах земледелия / А.М. Лыков, А.Г. Прудникова, А.Д. Прудников // Плодородие. – 2006. – № 6. – С.2-5.

237. Макаров, И.П. Задачи по разработке и внедрению ресурсосберегающей обработки почвы в зональных системах земледелия / И.П.

Макаров // Ресурсосберегающие системы обработки почвы. – М.: Агропромиздат, 1990. – С.3-11.

238. Макаров, И.П. Пути совершенствования обработки почвы / И.П. Макаров, Н.И. Картамышев // Земледелие. – 1998. – № 5. – С.17-18.

239. Максютков, Н.А. Плодородие почвы и урожай / Н.А. Максютков. – Оренбург, 1996. – 91 с.

240. Максютков, Н.А. Биологическое и ресурсосберегающее земледелие в степной зоне Южного Урала / Н.А. Максютков, В.М. Жданов, О.В. Лактионов. – 2-е изд., испр. и доп. – Оренбург, 2008. – 232 с.

241. Мальцев, Т.С. Система безотвального земледелия / Т.С. Мальцев. – М.: Агропромиздат, 1988. – 128 с.

242. Мальчиков, П.Н. Селекция яровой твёрдой пшеницы в Среднем Поволжье: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / Мальчиков Петр Николаевич. – Кинель, 2009. – 58 с.

243. Манейлов, В.В. Научные основы и перспективы сберегающего земледелия в лесостепи Поволжья / В.В. Манейлов // Нива Поволжья. – 2009. – № 4. – С.40-43.

244. Мареев, В.Ф. Влияние минимализации обработки на свойства почвы и урожайность озимой ржи в условиях Предкамья Республики Татарстан / В.Ф. Мареев, И.Г. Маюкова, Ф.Х. Латынов // Вестник Казанского ГАУ. – 2009. – № 1 (11). – С.110-114.

245. Маркин, Б.К. Влияние природных условий и факторов интенсификации на формирование урожайности зерновых культур в Поволжье / Б.К. Маркин // Зерновое хозяйство. – 2004. – № 1. – С.2-4.

246. Марковская, Г.К. Влияние минимализации обработки почвы на её биологическую активность / Г.К. Марковская, Н.А. Кирясова // Достижение науки и техники АПК. – 2007. – № 1. – С.16-17.

247. Марковская, Г.К. Влияние различных способов обработки почвы на её биологическую активность в посевах яровой пшеницы / Г.К. Марковская,

Н.А. Мельникова, Е.Х. Нечаева // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 2. – С.22-25.

248. Маслов, Г.Г. Нулевая обработка – экономия затрат / Г.Г. Маслов, В.А. Небавский // Сельский механизатор. – 2004. – № 3. – С.34-35.

249. Медведев, В.В. Оптимизация агрофизических свойств чернозёмов / В.В. Медведев. – М.: Агропромиздат, 1988. – С.98-120.

250. Медведев, В.В. Изменчивость оптимальной плотности сложения почв и её причины / В.В. Медведев // Почвоведение. – 1990. – № 5. – С.20-30.

251. Медведев, И.Ф. Агроэкологические основы повышения плодородия склоновых чернозёмных почв Поволжья: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.01, 06.01.03 / Медведев Иван Филиппович. – Саратов, 2001. – 43 с.

252. Медведев, И.Ф. Направленность биосферных процессов и их влияние на продуктивность зерновых культур в агроландшафтах Поволжья / И.Ф. Медведев, Н.Г. Левицкая // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 5. – С.17-20.

253. Минеев, В.Г. Оптимизация применения удобрений и экономические аспекты современного земледелия / В.Г. Минеев // Вестник с.-х.науки. – 1989. – № 1. – С.2-6.

254. Минеев, В.Г. Агрохимия биология и экология почвы / В.Г. Минеев, Е.Х. Ремпе. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 206 с.

255. Минеев, В.Г. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 486 с.

256. Минеев, В.Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения / В.Г. Минеев, Б. Дербецени, Г. Мазур. – М.: Колос, 1993. – 415 с.

257. Минеев, В.Г. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2004. – 720 с.

258. Мишустин, Е.Н. Ценозы почвенных микроорганизмов / Е.Н. Мишустин // Почвенные микроорганизмы как компоненты биогеоценоза. – М., 1984. – С.5-24.

259. Мишустин, Е.В. Методика определения целлюлозоразлагающей активности почвы / Е.В. Мишустин, И.П. Востров, А.Н. Петров. – М.: Наука, 1987. – 375 с.

260. Мониторинг кислотности пахотных почв Центрально-Чернозёмного района / П.А. Чекмарёв, С.В. Лукин, Ю.И. Сискевич [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №7. – С.6-8.

261. Моргун, Ф.Т. Агроэкологическая оценка почвозащитной обработки почвы в Полтавской области / Ф.Т. Моргун, А.В. Фисюнов, М.Г. Тютюшин // Земледелие. – 1980. – № 8. – С.22-25.

262. Моргун, Ф.Т. Почвозащитное земледелие / Ф.Т. Моргун, Н.К. Шикула. – М.: Колос, 1984. – 279 с.

263. Морозов, В.И. Влияние способов основной обработки почвы на засорённость посевов гороха и овса / В.И. Морозов, А.Х. Куликова, И.А. Вандышев // Проблемы земледелия Среднего Поволжья. – Самара, 1997. – С.64-72.

264. Морозов, В.И. Эффективность почвозащитных севооборотов при их биологизации в условиях лесостепи Поволжья / В.И. Морозов, А.Л. Тойгильдин // Проблемы адаптивной интенсификации земледелия в Среднем Поволжье: сб. науч. тр.: (Посвящ. 135-летию со дня рождения Н.М. Тулайкова / ГНУ Самарский НИИСХ. – Самара: СамНЦ РАН, 2012. – С.174-179.

265. Морозов, В.И. Вклад агротехнических факторов в изменение засорённости и формирование урожайности яровой пшеницы при биологизации её технологии в условиях Среднего Поволжья / В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, И.К. Милордин // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2014. – № 1 (25). – С.19-23.

266. Мощенко, Ю.Б. Почвозащитное земледелие в степной зоне Сибири / Ю.Б. Мощенко // Земледелие. – 1986. – № 9. – С.26-28.

267. Мурашкина, А.Б. Влияние систем удобрений, севооборотов и основной обработки на показатели биологической активности почвы в условиях лесостепи Заволжья / А.Б. Мурашкина // Проблемы повышения

эффективности сельскохозяйственного производства в XXI веке: мат. 41-ой науч. конф. молодых учёных, аспирантов и студентов агрономического факультета / Пензенская ГСХА. – Пенза, 2002. – С.6-8.

268. Муха, В.Д. Важнейшие особенности современного почвообразования / В.Д. Муха // Агроэкологическая оптимизация земледелия: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Россельхозакадемии и 100-летию со дня рождения С.С. Соболева, 14-16 сентября 2004г. – Курск, 2004. – С.402-405.

269. Назаренко, В.И. Мировые экологические проблемы / В.И. Назаренко. – М.: ВНИИГЭИАгропром, 1991. – 101 с.

270. Нарциссов, В.П. Научные основы систем земледелия / В.П. Нарциссов. – М.: Колос, 1982. – 328 с.

271. Нарциссов, В.П. Теоретические основы земледелия в Нечернозёмной зоне / В.П. Нарциссов // Актуальные проблемы земледелия. – М., 1984. – С.98-107.

272. Научно-практическое руководство по освоению и применению технологий берегающего земледелия / О.В. Терентьев, Н.Д. Чернов, Р.М. Вагизов [и др.]. – Самара, 2004. – 119 с.

273. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3: Многолетние данные. Ч. 1-6, вып. 12. Татарская АССР, Ульяновская, Куйбышевская, Пензенская, Оренбургская, Саратовская области. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – С.48-54.

274. Неволлина, К.Н. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимых зерновых культур в Предуралье / К.Н. Неволлина // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 5. – С.27-29.

275. Немцев, Н.С. Почвозащитное земледелие в лесостепном Поволжье / Н.С. Немцев. – Ульяновск, 1996. – 161 с.

276. Немцев, С.Н. Почвозащитная система обработки почвы и её значение в современных условиях / С.Н. Немцев // Интенсификация, ресурсосбережение и охрана почв в адаптивно-ландшафтных системах земледелия: сб. докл.

междунар. науч.-практ конф., ГНУ ВНИИЗиЗПЭ, 10-12 сентября 2008г. – Курск, 2008. – С.104-109.

277. Немцев, С.Н. Агроэкологическая эффективность почвозащитной обработки почвы в агроландшафтах / С.Н. Немцев, М.М. Сабитов // Проблемы адаптивной интенсификации земледелия в Среднем Поволжье: сб. науч. тр. – Самара: СамНЦ РАН, 2012. – С.190-192.

278. Немченко, В.В. Продуктивность севооборотов и агрохимические показатели почвы при длительном использовании пашни / В.В. Немченко, Ю.В. Суркова // Земледелие. – 2010. – № 7. – С.9-11.

279. Нечаева, Е.Х. Влияние агротехнических приёмов возделывания гороха на численность ризосферной микрофлоры / Е.Х. Нечаева, Г.К. Марковская // Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства в условиях антропогенного загрязнения: мат. Всерос. науч.-практ. конф. – Ульяновск, 2004. – С.150-152.

280. Новиков, В.Н. Способы обработки почвы и засорённость посевов / В.Н. Новиков, А.П. Исаев // Земледелие. – 1996. – № 6. – С.9-11.

281. Новым технологиям – современные машины: науч.-практ. руковод. / В.А. Корчагин, Г.И. Шаяхметов, О.И. Горянин, М.В. Маврин; Самарский НИИСХ, ООО «Сызраньсельмаш». – Самара, 2007. – 108 с.

282. Обущенко, С.В. Агроэкологическое обоснование систем воспроизводства почвенного плодородия в полевых севооборотах Среднего Заволжья: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.06.01 / Обущенко Сергей Владимирович. – Самара, 2013. – 47 с.

283. Овсинский, И.И. Новая система земледелия / И.И. Овсинский. – Киев, 1899. – 173 с.

284. Огарёв, В.Ф. Поле и урожай / В.Ф. Огарёв. – Саратов: Приволж. кн. изд-во. Пензен. отд-ние, 1990. – 256 с.

285. Определение активности уреазы //Справочник инженера эколога нефтегазодобывающей промышленности по методам загрязнителей

окружающей среды: (основные положения). – М.: Недра, 1999. – Ч. 2. – С.581-585.

286. Определение активности фосфатазы // Справочник инженера эколога нефтегазодобывающей промышленности по методам загрязнителей окружающей среды: (основные положения). – М.: Недра, 1999. – Ч. 2. – С.578-581.

287. Орлов, А.Н. Влияние различных агроприёмов на засорённость посевов и формирование урожая яровой пшеницы / А.Н. Орлов, О.А. Ткачук, Е.В. Павликова // Вестник Алтайского ГАУ. – 2011. – № 2 (76). – С.5-8.

288. Орлов, А.Н. Совершенствование элементов технологий возделывания яровой пшеницы, обеспечивающих снижение энергетических затрат и повышение урожайности на чернозёмных почвах лесостепи Среднего Поволжья / А.Н. Орлов, О.А. Ткачук, Е.В. Павликова // Нива Поволжья. – 2012. – № 2 (23). – С.40-45.

289. Орлова, Л.В. Анализ внедрения ресурсосберегающих технологий в России / Л.В. Орлова // Достижения науки и техники АПК. – 2004. – № 5. – С.2-5.

290. Основные пути повышения эффективности растениеводства Самарской области: науч.- практ. рек. / С.Н. Шевченко, А.В. Милёхин, В.А. Корчагин [и др.]. – Самара, 2008. – 131 с.

291. Отзывчивость озимой пшеницы (*Triticum Aestivum* L.) на удобрения в зависимости от влагообеспеченности южных чернозёмов / М.П. Чуб, В.В. Пронько, Т.М. Ярошенко [и др.] // Проблемы агрохимии и экологии. – 2014. – № 3. – С.3-7.

292. Оценка и прогноз агрофизического состояния почв сельскохозяйственных земель (на примере комплекса элементарных почвенных ареалов Владимирского Ополя) / Е.В. Шеин, С.И. Зинченко, М.А. Мазиров [и др.]. – Владимир, 2007. – 80 с.

293. Оценка соответствия биологических особенностей озимой пшеницы абиотическим факторам / Ф.П. Четвериков, Е.П. Денисов, М.Н. Панасов, А.М. Косачёв // Нива Поволжья. – 2012. – № 2. – С.45-50.

294. Пабат, И.А. Влияние плоскорезной обработки на засорённость посевов / И.А. Пабат, А.И. Горбатенко // Земледелие. – 1987. – № 3. – С. 34-35.

295. Павлов, М.Г. Курс сельского хозяйства / М.Г. Павлов: Т. 1-2. – М., 1837. – 2 т.; 21 [Земледелие]. - [2], 408, ГУс.

296. Панников, В.Д. Почва, климат, удобрения и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.

297. Петрова, Л.Н. Система обработки почвы в адаптивно-ландшафтном земледелии засушливых районов юга России / Л.Н. Петрова // Региональное природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах Российской Федерации: мат. науч.-практ. конф. – М., 2003. – С.18-35.

298. Петрова, Л.Н. Ресурсосбережение в земледелие / Л.Н. Петрова // Земледелие. – 2008. – № 4. – С.7-9.

299. Петрухин, И.В. Корма и кормовые добавки: справочник / И.В. Петрухин. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 526 с.

300. Петухов, М.П. Агрохимия и система удобрений: учебник для агрономических специальностей высш. с.-х. учеб. заведений / М.П. Петухов, Е.А. Панова, Н.Х. Дудина. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

301. Пивоварова, Е.Г. Влияние антропогенных воздействий на изменение содержания подвижных питательных веществ в почве / Е.Г. Пивоварова // Вестник Алтайского ГАУ. – 2005. – № 2 (18). – С.22-27.

302. Пинчук, Л.Г. Оценка адаптивного потенциала сортов яровой твёрдой пшеницы по урожайности в условиях юго-востока Западной Сибири / Л.Г. Пинчук, Е.П. Кондратенко, Т.Н. Ефремова // Зерновое хозяйство. – 2008. – № 3. – С.25-26.

303. Плодородие чернозёма, выщелоченного деградированного и продуктивность озимой пшеницы в севообороте при различных способах

обработки и системах удобрения / А.А. Романенко, В.М. Кильдюшкин, В.А. Кулик [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 2. – С.8-9.

304. Плодородие чернозёма типичного при минимализации основной обработки / Г.Н. Черкасов, Е.В. Дубовик, Д.В. Дубовик, С.В. Казанцев // Земледелие. – 2012. – № 4. – С.23-25.

305. Плодородие чернозёма южного и продуктивность зернопарового севооборота при длительном применении минеральных удобрений / М.П. Чуб, В.В. Пронько, Л.Б. Сайфуллина [и др.] // Агрехимия. – 2010. – № 7. – С.3-13.

306. Повышение эффективности и устойчивости земледелия в производстве растениеводческой продукции / Е.П. Денисов, Ф.П. Четвериков, С.Н. Косолапов [и др.]. – Саратов, 2008. – 97 с.

307. Подсочая, О.И. Влияние севооборотов и систем обработки почвы на засорённость сельскохозяйственных культур в лесостепи Заволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Подсочая Ольга Ивановна. – Кинель, 1994. – 21 с.

308. Подсочая, О.И. Формирование засорённости посевов сельскохозяйственных культур в лесостепи Самарской области / О.И. Подсочая // Фитосанитарная безопасность агроэкосистем: мат. междунар. науч. конф. (7-9 июля 2010 г.). – Новосибирск, 2010. – С.203-206.

309. Почвенная биология: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по агр. специальностям / Ю.В. Корягин, А.И. Иванов, С.М. Надёжкин [и др.]. – Пенза: РИО ПГСХА, 2001. – 280 с.

310. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1989. – С.178-188.

311. Почвозащитное земледелие / под ред. А.И. Бараева. – М.: Колос, 1975. – 304 с.

312. Почвы Куйбышевской области / отв. ред. Г.Г. Лобов. – Куйбышев: Кн. изд-во, 1985. – 392 с.

313. Прогноз и картографирование сорняков в севооборотах / В.И. Морозов, А.Х. Куликова, М.И. Подсевалов, Е.А. Петухов // Защита растений. – 1994. – № 6. – С.48-53.

314. Прокопенко, В.А. Комбинированные почвообрабатывающие агрегаты / В.А. Прокопенко, С.А. Бобков // Современные технологические комплексы возделывания зерновых культур / Самарский НИИСХ, Поволжская МИС. – Самара, 2002. – С.96-103.

315. Прокопенко, В.А. Комбинированные посевные машины / В.А. Прокопенко, В.Г. Лозовский, С.А. Бобков // Современные технологические комплексы возделывания зерновых культур / Самарский НИИСХ, Поволжская МИС. – Самара, 2002. – С.104-109.

316. Пронин, И.Ф. Система обработки почвы и урожай культур в пропашном севообороте / И.Ф. Пронин // Плодородие почвы и урожай. – Ульяновск, 1975. – С.8-14.

317. Пронин, В.М. Новые агрегаты для ресурсосберегающих технологий / В.М. Пронин, В.Г. Лозовский, О.М. Беляев // Агро-Информ. – 2001. – № 37. Ноябрь. – С.18-22.

318. Пронин, В.М. Как сосчитать будущие затраты: Экспрессный метод экономической оценки сельскохозяйственных машин и агрегатов / В.М. Пронин, В.А. Прокопенко // Агро-Информ. – 2002. – № 39. Январь. – С.11-13.

319. Пронин, В.М. Техничко-экономическая оценка эффективности сельскохозяйственных машин и технологий по критерию часовых эксплуатационных затрат / В.М. Пронин, В.А. Прокопенко. – М., 2008. – 162 с.

320. Пронько, В.В. Биологическая активность чернозёмных и каштановых почв Поволжья / В.В. Пронько, Г.К. Соловова // Современные проблемы земледелия и экологии: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., 10-12 сентября 2002 г., ВНИИЗиЗПЭ. – Курск, 2002. – С.376-378.

321. Пронько, В.В. Повышение эффективности удобрений в засушливом Поволжье: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / Пронько Виктор Васильевич. – Саратов, 2002. – 42 с.

322. Пронько, В.В. Состояние и пути регулирования плодородия чернозёмных и каштановых почв Саратовской области / В.В. Пронько, П.Н. Гришин // Аграрный научный журнал. – 2005. – № 3. – С.28-31.

323. Прямой посев зерновых культур в степных районах Среднего Поволжья / В.А. Корчагин, С.Н. Шевченко, О.И. Горянин, В.Г. Новиков. – Самара, СамНЦ РАН, 2008. – 111с.

324. Прямой посев полевых культур и его эффективность / Г.Р. Дорожко, О.Г. Шабалдас, В.К. Зайцев, Д.Ю. Бородин // Земледелие. – 2013. – № 8. – С.20-23.

325. Пупонин, А.И. Обработка почвы в интенсивном земледелии Нечернозёмной зоны / А.И. Пупонин. – М.: Колос, 1984. – 184 с.

326. Пупонин А.И. Эффективность ресурсосберегающих систем обработки почвы и гербицидов в борьбе с сорняками в Центральном районе Нечернозёмной зоны РСФСР / А.И. Пупонин, А.В. Захаренко // Ресурсосберегающие технологии обработки почв: сб. научн. тр. ВНИИЗИЗПЭ. – Курск, 1989. – С.10-18.

327. Разнообразие грибов и актиномицетов и их экологические функции / Д.Г. Звягинцев, И.П. Бабьева, Г.М. Зенова, Л.М. Полянская // Почвоведение. – 1996. – № 6. – С.705-713.

328. Разумовский, А. Нулевая технология – шанс, который нужно использовать / А. Разумовский // Главный агроном. – 2010. – № 3. – С.5-7.

329. Растениеводство: (биология и приёмы возделывания на Юго-Востоке / В.Г. Васин, Н.Н. Ельчанинова, А.В. Васин, [и др.]. – Самара, 2003. – 360 с.

330. Рахматуллина, А.Ф. Реакция яровой пшеницы на климатические условия Зауральской степи Республики Башкортостан / А.Ф. Рахматуллина, Р.Р. Гайфуллин // Вестник Башкирского ГАУ. – 2012. – № 1. – С.20-23.

331. Ревут, И.Б. Физика почв и проблема их обработки / И.Б. Ревут // Вестник с.-х. науки. – 1961. – № 7. – С.30-41.

332. Ревут, И.Б. Физика почв / И.Б. Ревут. – Л.: Колос, 1972. – 368 с.

333. Ревут, И.Б. Структура и плотность почвы – основные параметры, кондиционирующие почвенные условия жизни растений / И.Б. Ревут, Н.А. Соколовская, А.М. Васильев // Пути регулирования почвенных условий жизни растений. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – С.51-125.

334. Региональные системы адаптивного земледелия и особенности проведения весенне-полевых работ в Самарской области в 2015 году: науч.-практ. рек. / С.Н. Шевченко, В.А. Корчагин, О.И. Горянин [и др.]; ФГБНУ «Самарский НИИСХ». – Самара, 2015. – 25 с.

335. Ресурсосберегающая почвозащитная обработка почвы в агроландшафтах Поволжья / А.И. Шабаев, Н.М. Жолинский, З.М. Азизов, Н.М. Соколов // Земледелие. – 2007. – № 1. – С.20-22.

336. Ресурсосберегающая почвозащитная обработка почвы в агроландшафтах Поволжья / А.И. Шабаев, Н.М. Жолинский, Т.В. Демьянова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 5. – С.13-15.

337. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в степных агроландшафтах Республики Башкортостан / К.З. Халиуллин, Т.И. Киекбаев, С.А. Лукьянов, И.А. Гайнулин // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 1. – С.34-36.

338. Ресурсосберегающие технологии и технические средства по выращиванию пшеницы в засушливых условиях Поволжья / А.И. Шабаев, Ю.Ф. Курдюков, М.Н. Панасов, В.В. Покровский // Пути решения проблем повышения адаптивности, продуктивности и качества зерновых и кормовых культур: мат. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Самарского НИИСХ и 70-летию Поволжского НИИСС. – Самара, 2003. – С.172-179.

339. Роль сорта в технологиях возделывания озимой пшеницы / П.М. Политико, С.В. Матюта, И.В. Шаклеин [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2014. – № 1. – С.21-30.

340. Романенко, А.А. Эффективность различных систем основной обработки почвы под сельскохозяйственные культуры в зернопаропропашном

севообороте / А.А. Романенко, П.П. Васюков, В.М. Кильдюшкин // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С.34-36.

341. Румянцев, А.В. Агрэкономические основы производства зерна (на примере Самарской области) / А.В. Румянцев. – Самара: Изд-во «НТЦ», 2003. – 148 с.

342. Рыков, В.Б. Ресурсосберегающие машинные технологии обработки почвы и технические средства для АПК юга России / В.Б. Рыков // Вестник аграрной науки Дона. – 2011. – № 1. – С.31-38.

343. Рябов, Д.И. Почвозащитная система земледелия на основе минимальной обработки / Д.И. Рябов, А.М. Белозёров, С.И. Бурыкин // Земледелие. – 1992. – № 1. – С.31-35.

344. Сандухадзе, Б.И. Стабильность и адаптивность сортов озимой пшеницы селекции НИИСХ ЦРНЗ / Б.И. Сандухадзе, Е.В. Журавлёва // Вестник Рос. акад. с.-х. наук. – 2008. – № 4. – С.30-33.

345. Сдобников, С.С. Обработка почвы, условия питания растений и использование удобрений в интенсивном земледелии / С.С. Сдобников // Параметры плодородия основных типов почв. – М., 1988. – С. 44-56.

346. Сдобников С.С. Пахать или не пахать? (новое в обработке и удобрении полей) / С.С. Сдобников. – 2-е изд. – М., 2000. – 294 с.

347. Сираев, М.Г. Оптимизация обработки почвы в зернопаропропашных севооборотах степных агроландшафтов Башкортостана: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / Сираев Марат Габдрахманович. – Кинель, 2000. – 44 с.

348. Сираев, М.Г. Ресурсосберегающие системы обработки почвы под озимую и яровую пшеницы в Башкортостане / М.Г. Сираев, В.С. Сергеев, А.Ш. Уметбаев // Вестник Алтайского ГАУ. – 2011. – № 2 (76). – С.8-12.

349. Ситдииков, И.Г. Влияние приёмов основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на продуктивность ячменя / И.Г. Ситдииков, В.Н. Фомин, М.М. Нафиков // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С.36-39.

350. Скляр, Ю.А. Проблемы глобального и регионального изменения климата / Ю.А. Скляр, Г.Ф. Иванова // Известия Саратовского университета. Новая серия. – 2002. – Т.2, вып. 2. – С.44-48.

351. Слесарёв, В.Н. Чернозёмы Западной Сибири / В.Н. Слесарёв // Переуплотнение пахотных почв: причины, следствия, пути уменьшения. – М.: Наука, 1987. – С.127-139.

352. Слесарёв, В.Н. Почвенная деформация пахотного слоя сибирских чернозёмов / В.Н. Слесарёв // Земледелие. – 2008. – № 2. – С.22-23.

353. Смирнов, Б.М. Разработка систем мероприятий по ликвидации заовсюженности полей в чернозёмно-степной полосе Юго-Востока / Б.М. Смирнов // Результаты работ института по борьбе с сорняками (1912-1960). – Саратов, 1961. – С.118-127.

354. Современные глобальные и региональные изменения окружающей среды и климата / Ю.П. Переведенцев, М.А. Верещагин, К.М. Шанталинский [и др.]. – Казань, 1999. – 96 с.

355. Современное состояние плодородия почв Саратовской области / М.П. Чуб, И.Ф. Медведев, Н.В. Потатурина, В.В. Пронько // Агрехимия. – 2003. – № 4. – С.5-13.

356. Соколовская, Н.А. О содержании продуктивной влаги в почвах в связи с их уплотнением / Н.А. Соколовская // Теоретические вопросы обработки почв. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – С.49-52.

357. Сорты яровой мягкой пшеницы нового поколения / В.В. Суюков А.А. Вьюшков, С.Н. Шевченко [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 8. – С.2-4.

358. Состав и питательность кормов (союзные республики, экономические районы РСФСР): справочник / И.С. Шумилин, Т.П. Державин, А.М. Артюшин. – М.: Агропромиздат, 1986. – С.53-68.

359. Спири, А.П. Влагосберегающие агроприёмы / А.П. Спири // Земледелие. – 1998. – № 2. – С.16-18.

360. Спирин, А.П. Ресурсосберегающая технология возделывания озимых зерновых культур / А.П. Спирин, О.А. Сизов // Земледелие. – 2008. – № 6. – С.30-31.

361. Справочник по климату СССР. Вып. 12, ч. IV / под ред. Е.Г. Роговской. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 335 с.

362. Столяров, В.И. Энерго- и ресурсосберегающие технологии производства продукции растениеводства в Алтайском крае / В.И. Столяров // Проблемы стабилизации и развития сельскохозяйственного производства Сибири, Монголии и Казахстана в XXI веке. Ч. 1: Земледелие, растениеводство и селекция: тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 20-23 июля 1999г.) / РАСХН. Сиб.отд-ние. – Новосибирск, 1999. – С.129-131.

363. Сухов, А.Н. Агрофизические показатели светло-каштановых почв и их регулирование приемами основной обработки почвы / А.Н. Сухов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 1 (21). – С.72-78.

364. Суховеева, О.Э. Анализ влияния агроклиматических факторов на урожайность озимой ржи / О.Э. Суховеева // Метеорология и гидрология. – 2014. – № 1. – С.74-82.

365. Сухоруков, А.Ф. Сорты озимой пшеницы Самарского НИИСХ / А.Ф. Сухоруков // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 3. – С.26-28.

366. Таланов, И.П. Агротехника против корневых гнилей / И.П. Таланов // Защита и карантин растений. – 2001. – № 4. – С.30.

367. Терентьев, О.В. Модели оптимизации производства зерна в полевых севооборотах Среднего Заволжья / О.В. Терентьев // Проблемы адаптивной интенсификации земледелия в Среднем Поволжье: сб. науч. тр. – Самара: СамНЦ РАН, 2012. – С.140-144.

368. Тимирязев, К.А. Борьба растений с засухой / К.А. Тимирязев // Классики русской агрономии в борьбе с засухой. – М.: Изд-во АН ССР, 1951. – С.279-284.

369. Тимошенкова, Т.А. Адаптивность разных экологических групп сортов ячменя и пшеницы мировой коллекции ВИР в степи Оренбургского Предуралья / Т.А. Тимошенкова, Ф.Д. Самуилова // Вестник Казанского ГАУ. – 2012. – № 4 (26). – С.120-125.

370. Тихонова, О.С. Реакция озимых культур на приёмы посева в Среднем Предуралье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Тихонова Ольга Семёновна. – Пермь, 2006. – 19 с.

371. Тихонович, И.А. Микробиологические аспекты плодородия почвы и проблемы устойчивого земледелия / И.А. Тихонович, Ю.В. Круглов // Почвоведение. – 2006. – № 5 (32). – С.9-12.

372. Томмэ, М.Ф. Корма СССР, состав и питательность / М.Ф. Томмэ. – 4-е изд. – М.: Колос, 1964. – 448 с.

373. Торопова, Е.Ю. Влияние основной обработки почвы и предшественников на развитие корневых гнилей яровой пшеницы в лесостепи Новосибирской области / Е.Ю. Торопова, М.П. Иванова // Вестник Новосибирского ГАУ. – 2010. – № 1 (13). – С.12-15.

374. Торопова, Е.Ю. Влияние способов обработки почвы на фитосанитарное состояние посевов / Е.Ю. Торопова, В.А. Чулкина, Г.Я. Стецов // Защита и карантин растений. – 2010. – № 1. – С.26-27.

375. Трегубов, Б.А. Бонитировка почв пашни хозяйств Куйбышевской области / Б.А. Трегубов, Г.Г. Лобов, М.Г. Холина. – Куйбышев: Кн. изд-во, 1976. – 109 с.

376. Тугуз, Р.К. Влияние способов обработки почвы на агрофизические свойства слитых чернозёмов / Р.К. Тугуз, Н.И. Мамсиров, Ю.А. Сапиев // Земледелие. – 2010. – № 8. – С.23-26.

377. Тулайков, Н.М. Способы обработки почвы, посевов и ухода за растениями / Н.М.Тулайков // Борьба с засухой: Всесоюз. конф. по борьбе с засухой: сб. мат. – М. Л., 1932. – С.70-79.

378. Усков И.Б. Основы адаптации земледелия к изменениям климата (справочное издание) / И.Б. Усков, А.О. Усков. – СПб., 2014. – 384 с.

379. Устойчивость земледелия и риски в условиях изменения климата: Резюме коллективной монографии / Г.А. Романенко, А.Л. Иванов, А.А. Завалин [и др.]; под ред. Иванова А.Л., Ускова И.Б. – СПб, 2009. – 96 с.

380. Ферментативная активность как показатель изменения состояния чернозёмов при длительном сельскохозяйственном использовании / Т.А. Девятова, Т.Н. Крамарева, Н.В. Стороженко, А.П. Щербакова // Агроэкологическая оптимизация земледелия: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф., посвященной 75-летию Россельхозакадемии и 100-летию со дня рождения С.С. Соболева, 14-16 сентября 2004г. – Курск, 2004. – С.420-423.

381. Фирсов, А.И. Научные основы построения полевых севооборотов в засушливой чернозёмной степи Поволжья: автореф. дис. ...д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / Фирсов Алексей Иванович. – Саратов, 2002. – 39 с.

382. Фисюнов, А.В. Борьба с сорняками в современной земледелии / А.В. Фисюнов // Земледелие. – 1984. – № 2. – С. 51.

383. Фитопатологическая оценка сортов яровой пшеницы на фоне различных приёмов основной обработки почвы / В.А. Немков, А.Г. Крючков, И.Н. Бесалиев, А.Л. Панфилов // Известия Оренбургского ГАУ. – 2011. – № 1 (29). – С.25-27.

384. Фолкнер, Э.Х. Безумие пахаря / Э.Х. Фолкнер. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 276 с.

385. Францессон, В.А. Сохранение и повышение плодородия при освоении целинных земель / В.А. Францессон. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 67 с.

386. Фурсов, Д.А. Эффективность использования удобрений в Ставропольском крае / Д.А. Фурсов // Агрехимический вестник. – 2006. – № 4. – С.26-27.

387. Хабибрахманов, Х.Х. Дифференцировать осеннюю обработку почвы / Х.Х. Хабибрахманов // Земледелие. – 1988. – № 11. – С.52-54.

388. Халзиков, В.М. Повышение продуктивности дерново-подзолистых почв в Нечернозёмной зоне: монография / В.М.Халзиков. – Ижевск, 2006. – 436 с.

389. Хамова, О.Ф. Биологическая активность чернозёма выщелоченного при минимализации основной обработки почвы в южной лесостепи Западной Сибири / О.Ф. Хамова, Л.В. Юшкевич, В.В. Леонова // *Агрохимия*. – 2002. – № 4. – С.11-16.

390. Халиуллин, К.З. Влияние почвозащитных систем обработки и удобрений на пищевой режим почвы и продуктивность севооборота / К.З. Халиуллин // *80 лет Башкирскому НИИ земледелия и селекции полевых культур: науч. ст. и ист. очерки*. – Уфа, 1994. – С.122-125.

391. Холмов, В.Г. Засорённость почвы и посевов ячменя при минимальной обработке и применение гербицидов / В.Г. Холмов, В.С. Мокшин // *Науч.-техн. бюл. / СибНИИСХОЗ*. – 1979. – Вып. 32. – С.12-18.

392. Холмов, В.Г. Ресурсосберегающая обработка почвы в зерновом производстве южной лесостепи Западной Сибири / В.Г. Холмов, Л.В. Юшкевич // *Проблемы стабилизации и развития сельскохозяйственного производства Сибири, Монголии и Казахстана в XXI веке. Ч.1: Земледелие, растениеводство и селекция: тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 20-23 июля 1999г.)* / РАСХН. Сиб.отд-ние. – Новосибирск, 1999. – С.129-131.

393. Холмов, В.Г. Влияние ресурсосберегающих систем обработки и средств химизации на плодородие почвы и урожайность зерновых в южной лесостепи Западной Сибири / В.Г. Холмов, М.И. Шуляков // *Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Кыргызстана: тр. 8-й Междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 26-28 июля 2005г.)* / РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2005. – С.277-281.

394. Холмов, В.Г. Особенности обработки почвы под яровую пшеницу на чернозёмах лесостепи Западной Сибири / В.Г. Холмов, Л.В. Юшкевич // *Земледелие*. – 2010. – № 2. – С.26-28.

395. Храмцов, И.Ф. Ресурсосберегающие технологии зерновых культур на равнинных агроландшафтах Западной Сибири / И.Ф.Храмцов // *Ресурсосберегающие технологии земледелия: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 35 летию Всероссийского НИИ земледелия и защиты почв от*

эрозии, и Междунар. школы молодых учёных и специалистов «Перспективные технологии для современного сельскохозяйственного производства», 15-18 сентября 2005 г. – Курск, 2005. – С.357-361.

396. Храмцов, И.Ф. Пути повышения эффективности ресурсосберегающих агротехнологий в адаптивно-ландшафтном земледелии Западной Сибири / И.Ф. Храмцов // Интенсификация, ресурсосбережение и охрана почв в адаптивно-ландшафтных системах земледелия: сб. докл. междунар. науч.-практ конф., ГНУ ВНИИЗиЗПЭ, 10-12 сентября 2008г. – Курск, 2008. – С.30-33.

397. Храмцов, И.Ф. Ресурсосберегающие технологии производства зерна в Западной Сибири / И.Ф. Храмцов // Земледелие. – 2009. – № 4. – С.5-7.

398. Церлинг, В.В. Физиологические основы формирования урожая / В.В. Церлинг // Земледелие. – 1993. – № 7. – С.11-13.

399. Чайлдс, Д. Борьба с сорняками при беспашотной системе обработки почвы / Д. Чайлдс, Т. Джордан // Агро XXI. – 1997. – № 6. – С.18-19.

400. Чекмарёв, П.А. Динамика кислотности чернозёмов в Белгородской области / П.А. Чекмарёв, С.В. Лукин, Н.С. Четверикова // Земледелие. – 2010. – № 10. – С.11-13.

401. Чернявский, А.А. Моделирование пахотного слоя / А.А. Чернявский // Земледелие. – 1984. – № 10. – С.28-29.

402. Четвериков, Ф.П. Земледелие в зоне каштановых почв Заволжья Саратовской области / Ф.П. Четвериков, С.И. Косолапов, Е.П. Денисов. – Саратов, 2010. – 99 с.

403. Четверикова, Н.С. Динамика плодородия пахотных чернозёмов лесостепной зоны ЦЧО / Н.С. Четверикова // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 2. – С.18-20.

404. Чичкин, А.П. Агроэкологические основы воспроизводства плодородия и формирования урожаев на обыкновенных чернозёмах Среднего Заволжья: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / Чичкин Анатолий Петрович. – М., 1999. – 57 с.

405. Чичкин, А.П. Система удобрений и воспроизводство плодородия обыкновенных чернозёмов Заволжья / А.П. Чичкин. – М., 2001. – 250 с.

406. Чуб, М.П. Оптимизация минерального питания культур и система удобрений в севооборотах на чернозёмах и тёмно-каштановых почвах засушливого Поволжья: автореф. дис. ...д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / Чуб Майя Павловна. – М., 1989. – 48 с.

407. Чуданов, И.А. Обработка чернозёмных почв в Среднем Заволжье / И.А. Чуданов, В.П. Васильев // Земледелие. – 1986. – № 8. – С.24-26.

408. Чуданов, И.А. В поддержку предложения профессора Е.И. Шиятого / И.А. Чуданов. // Земледелие. – 1997. – № 4. – С.24-25.

409. Чуданов, И.А. Влияние различных способов основной обработки пара на водный режим и засоренность озимой пшеницы / И.А. Чуданов, О.И. Горянин // Проблемы повышения продуктивности и устойчивости земледелия лесостепи Поволжья: сб. науч. тр. / Ульяновская ГСХА. – Ульяновск, 1999. – С.63-70.

410. Чуданов, И.А. Ресурсосберегающие способы основной обработки чёрных паров в степном Заволжье / И.А. Чуданов, О.И. Горянин // Ресурсосберегающие технологии и приёмы воспроизводства почвенного плодородия на чернозёмах Среднего Поволжья: сб. науч. тр. / Самарский НИИСХ. – Самара, 1999. – С.68-71.

411. Чуданов, И.А. Влияние обработки чернозёмных почв на плотность сложения и урожай / И.А. Чуданов, Л.Ф. Лигастаева, Е.А. Борякова // Проблемы повышения продуктивности и устойчивости земледелия лесостепи Поволжья: сб. науч. тр. / Ульяновская ГСХА. – Ульяновск, 1999. – С.70-76.

412. Чуданов, И.А. Сохранить плодородие чернозёмов / И.А. Чуданов // Пути решения проблем повышения адаптивности, продуктивности и качества зерновых и кормовых культур: мат. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Самарского НИИСХ и 70-летию Поволжского НИИСС. – Самара, 2003. – С.123-124.

413. Чуданов, И.А. Ресурсосберегающие системы обработки почв в Среднем Поволжье / И.А. Чуданов. – Самара, 2006. – 236 с.

414. Чуманова, Н.Н. Влияние систем обработки на элементы плодородия почвы и урожайность пшеницы в условиях центральной лесостепи Кемеровской области / Н.Н. Чуманова, В.В. Гребенникова // Аграрный вестник. Урала. – 2008. – № 4 (46). – С.56-58.

415. Чуян, О.Г. Формирование физико-химических свойств пахотных почв лесостепи Центрального Черноземья и пути их регулирования: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.02.13 / Чуян Олег Геннадьевич. – Воронеж, 2010. – 43 с.

416. Шарипов, С.А. Яровая пшеница эффективная зерновая культура / С.А. Шарипов, И.П. Таланов, В.Н. Фомин. – Казань, 2010. – 356 с.

417. Шарков, И.Н. Минимализация обработки и её влияние на плодородие почвы / И.Н. Шарков // Земледелие. – 2009. – № 3. – С.24-28.

418. Шевченко, С.Н. Предпосылки перехода на новые технологии / С.Н. Шевченко, В.А. Корчагин // Концепция формирования современных ресурсосберегающих технологических комплексов возделывания зерновых культур в Среднем Поволжье / науч. ред., сост. В.А. Корчагин; Самарский НИИСХ. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара, 2008. – С.7-10.

419. Шевченко, С.Н. Современные технологии возделывания озимой пшеницы в Средневолжском регионе / С.Н. Шевченко, В.А. Корчагин, О.И. Горянин // Земледелие. – 2009. – № 5. – С.40-41.

420. Шевченко, С.Н. Региональные изменения погодных условий и их влияние на сельскохозяйственное производство / С.Н. Шевченко, В.А. Корчагин, О.И. Горянин // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 3. – С.13-16.

421. Шевченко, С.Н. Обеспечение устойчивого производства зерна в Среднем Поволжье в условиях засухи и глобального изменения климата / С.Н. Шевченко // Проблемы адаптивной интенсификации земледелия в Среднем

Поволжье: сб. науч. тр.: (Посвящается 135-летию со дня рождения Н.М. Тулайкова /ГНУ Самарский НИИСХ. – Самара: СамНЦ РАН, 2012. – С.34-42.

422. Шикула, Н.К. Минимализация обработки чернозёмов и воспроизводство плодородия / Н.К. Шикула, Г.В. Назаренко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 320 с.

423. Шипилов, М.А. Влияние уплотнения почвы ходовыми системами тракторов на агрофизические, биологические свойства и плодородие обыкновенного чернозёма ЦЧЗ: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Шипилов Михаил Андреевич. – Воронеж, 1983. – 21 с.

424. Шугуров, А.И. Технология больших возможностей / А.И. Шугуров. – Пенза, 2003. – 36 с.

425. Шульмейстер, К.Г. Борьба с засухой и урожай / К.Г. Шульмейстер. – М.: Колос, 1975. – 336 с.

426. Шульмейстер, К.Г. Избранные труды: в 2 т. Т.1 / К.Г.Шульмейстер. – Волгоград, 1995. – 456 с.

427. Экологизация обработки почвы в Западной Сибири / А.Н. Власенко, Ю.П. Филимонов, В.К. Каличкин [и др.]. – Новосибирск, 2003. – 268 с.

428. Экономическая и энергетическая оценка мелкой обработки выщелоченного чернозёма под ранние зерновые культуры / С.Н. Немцев, В.И. Каргин, Р.А. Захаркина, Ю.И. Каргин // Доклады Рос. академии с.-х. наук. – 2009. – № 4. – С.38-40.

429. Экономическая эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в Ставропольском крае / В.В. Кулинцев, В.К. Дридигер, В.И. Удовыдченко [и др.] // Земледелие. – 2013. – № 7. – С.9-11.

430. Экономные способы обработки почвы в севооборотах Среднего Поволжья: рек. / И.А. Чуданов, Л.Ф. Лигастаева, Е.А. Борякова [и др.]; Самарский НИИСХ. – Самара, 1999. – 33 с.

431. Энергосберегающие обработки почвы как фактор сохранения её плодородия и снижения себестоимости зерновой продукции / А.Д. Яников, Е.П.

Денисов, Ф.П. Четвериков, Д.В. Сураев // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 10. – С.28-31.

432. Эффективность биологизации систем воспроизводства почвенного плодородия в Самарском Заволжье / А.П. Чичкин, В.А. Корчагин, С.В. Обущенко [и др.] // Проблемы адаптивной интенсификации земледелия в Среднем Поволжье: сб. науч. тр.: (Посвящ. 135-летию со дня рождения Н.М. Тулайкова / ГНУ Самарский НИИСХ. – Самара: СамНЦ РАН, 2012. – С.127-132.

433. Эффективность длительного применения удобрений в агроценозах степной зоны Саратовского Поволжья в условиях аридного климата /М.П. Чуб, В.В. Пронько, Т.М. Ярошенко [и др.] // Бюллетень Географической сети опытов с удобрениями. – Вып. 15. – М.: ВНИИА, 2014. – 56 с.

434. Эффективность минимализации обработки чернозёмов выщелоченных лесостепи Приобья / А.Н. Власенко, В.Е. Синещёков, В.Н. Слесарев [и др.] // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2010. – № 6. – С.5-11.

435. Юшкевич, Л.В. Влияние ресурсосберегающих систем обработки и интенсификации земледелия на элементы плодородия чернозёмных почв и урожайность зерновых культур в лесостепи Западной Сибири / Л.В. Юшкевич, О.Ф. Хамова // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2005. – № 3. – С.9-18.

436. Юшкевич, Л.В. Эффективность основной обработки почвы в лесостепных агроландшафтах / Л.В. Юшкевич, В.Л. Ершов, А.С. Афанасьева // Вестник Омского ГАУ. – 2011. – № 4. – С.3-7.

437. Ягодин, Б.А. Агрохимия: учебник для студентов высш. учеб. заведений / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. – М.: Колос, 2002. – 584 с.

438. Яровой ячмень и пшеница на Среднем Урале / Н.Н. Зезин, А.Н. Сёмин, Л.П. Огородников [и др.]; Уральский НИИСХ. – Екатеринбург, 2010. – 284 с.

439. Anderson, R.L. Diversity and no-till: Keys for pest management in the U.S. Great Plains / R.L. Anderson // Weed Science. – 2008. V.56. – P.141-145.

440. Conservation tillage – strategies for the future // Nationalconference. Oktober 3-5. Nachwrl. Fernsee. – 1984. – 48 p.
441. Effects of Soil Type. Vertical Root Distribution and Precipitation on Grain Yield of Winter Wheat / H. Itoh, S. Hayashi, T. Nakajima [et al] // Plant Product. Sc. 2009. Vol.12. – №4. – P.503-513.
442. Engel. R. Uber den Einfluss neuer Bodenbearbeitungs-verfahren auf arbeitungsverfahren Boden und Erschaftliche Wintertragung / R. Engel. – 1975. – S.161-186.
443. Epplin, F. Economies if conservation tillage systems for winter wheat production in Oklahoma / F.Epplin. // Soil Water Conserv. – 1983. 38, 3. – S.294-297.
444. Ergebnisse zur pfluglosen Grundbodenbearbeitung von Winterweizen nach Zuckerruben auf Lossfandorten / R. Otto, E. Miegel, B. Hofmann, R. Landmann // Feldwirtschaft. – 1984. – №8. – S.357-360.
445. Goryanin O. I. Basics of cultivation Technologies of Winter Crops in Samara region / O.I. Goryanin, V.A. Korchagin, A.P. Chichkin // Science, Technjlgjy and Higher Education [Text]: materials of the Y International research and practice conference, Westwood, June 20, 2014 / Publishing office Accent Graphics communications. Westwood – Canada, 2014. – P.13-17.
446. Kukla, G. Nighttime warning and the greenhouse infect /G.Kukla. T.R.Karl //Environ Sci Tecnol. – 1993. V. 27. – №8. – P.1468-1474.
447. Kunze, A. Pfluglose Grundboden bearbeitung zu Wintergetreide nach hackfruchten auf D-Sandorten / A. Kunze, R. Wille, G. Kuhn // Feldwirtschaft. – 1984. – №8. – S.355-357.
448. Kunze, A. Qualitetsgerechte Bodenbearbeitung zu Winterroggen / A. Kunze, J. Henke // Feldwirtschaft. – 1978. – №8. – S.373-375.
449. Kunze, A. Empfelungen zur pfluglosen Grundbodenbearbeitung nach Hackfruchten zu Wintergetreide / A. Kunze, J. Henke // Feldwirtschaft. – 1982. – №8. – S.366-370.

450. Least limiting water range: traffic and long-term tillage influences in a Webster soil / C.L. Betz, R.R. Allmaras, S.M. Copeland, G.W. Randall // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1998. V. 62. – P.1384-1393.

451. Lupwaji, N.Z. Soil Microbial Diversity and Community Structure under Wheat as Influenced by Tillage and Crop Rotation / N.Z.Lupwaji, W.A.Rice, G.W.Clauton // Soil Biology and Biochemistry. – 1998. T.13. – S.1733-1741.

452. Metodika zúrodniní zhutnínýpůd / J. Lhotský, a kol. – Praha: ÚVTIZ, 1984. – 124 c.

453. Polyanskaya, L.M. Microbial successijn in soil / L.M. Polyanskaya, D.G. Zvyagintsev // Sov. Sci. Rev. F. Physijl. Gen. Biol. – 1995. V.9.Part.1. – P.1-67.

454. Zrubec, F. Metodika zmrodnenia zhutnených pud. – SFRI, Bratislava, 1998. – 40 p.

455. Watzke, G. Effective Bodenbearbeitung zu Silomais unter Beachtung der Bodendingungen und der Einordnung in die Fruchtfolge / G. Watzke // Feldwirtschaft. – 1984. – №2. – S.56-57.

456. Weersink, A. Acreage Response to Weather, Yield and Price / A. Weersink, I.H. Cabas, E. Olale // Canadien Journal of Agricultural Economics. – 2010. Vol.58. – №1. – P.57-72.

Месячные и годовые суммы осадков в период исследований, мм

Год	месяцы												За год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1975	23,0	19,3	25,4	4,9	10,4	6,5	47,0	41,5	16,8	30,7	17,0	36,3	278,8
1976	57,0	12,3	1,5	17,5	53,1	68,1	81,8	56,7	14,6	39,8	21,3	14,5	438,2
1977	8,6	50,1	28,1	18,9	63,0	59,3	24,3	66,8	53,3	56,0	32,3	58,8	519,5
1978	28,4	25,1	23,7	18,0	20,0	134,2	37,7	9,2	105,8	52,3	38,2	39,0	531,6
1979	35,4	62,7	10,4	34,2	0,0	40,7	109,6	11,8	60,1	22,8	23,3	15,1	426,1
1980	35,3	20,8	44,1	74,8	6,4	61,7	4,8	76,6	36,8	29,9	27,6	51,3	470,1
1981	39,4	22,2	46,8	52,5	3,6	5,7	32,9	61,5	41,6	65,5	36,3	37,9	445,8
1982	47,5	11,9	26,9	56,8	7,1	56,4	14,6	21,4	94,5	44,4	22,2	52,1	455,8
1983	42,9	51,7	22,0	16,8	47,4	80,6	90,3	42,5	17,1	25,8	36,5	19,6	493,2
1984	47,3	0,6	4,4	7,8	2,6	116,8	39,7	54,0	10,1	78,1	44,3	14,4	420,1
1985	27,3	43,1	4,7	27,7	8,1	70,0	91,6	38,5	69,7	33,9	47,2	35,2	497,0
1986	59,0	34,3	1,4	8,7	22,3	72,3	15,9	46,4	36,7	66,6	36,8	49,1	449,5
1987	57,3	28,6	2,1	28,1	30,1	48,5	98,7	63,8	106,2	1,8	51,7	37,9	554,8
1988	25,2	5,7	40,9	63,4	58,2	46,6	32,6	54,0	37,6	12,2	51,0	48,4	475,8
1989	40,9	18,6	24,6	27,5	51,1	40,3	79,5	89,7	13,7	68,8	47,6	50,2	552,5
1990	30,2	50,4	35,8	36,3	62,8	101,2	92,1	54,9	64,7	64,5	82,7	27,7	703,3
1991	40,3	48,6	18,5	24,2	30,9	58,0	35,1	29,0	33,1	24,1	22,8	40,1	404,7
1992	50,5	45,2	1,8	48,8	36,5	9,5	31,5	23,9	17,9	38,4	51,8	11,0	366,8
1993	32,8	29,6	25,6	83,4	4,6	70,3	164,8	123,0	93,9	29,2	7,7	39,7	704,6
1994	26,4	13,3	32,2	3,0	32,3	98,7	54,5	68,4	10,9	44,2	30,0	32,0	445,9
1995	54,9	48,5	24,7	9,8	16,1	11,8	42,3	34,3	8,4	16,3	28,5	42,2	337,8
1996	7,2	27,0	14,9	29,1	19,0	74,1	12,8	12,0	44,5	11,3	27,0	16,3	295,2
1997	49,8	22,9	39,9	59,5	122,8	50,6	66,0	2,7	77,1	44,9	29,9	32,6	598,7

продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1998	21,9	32,2	29,8	48,3	0,8	12,3	20,2	37,3	5,1	41,1	55,3	31,3	335,6
1999	47,4	48,7	31,5	5,5	46,6	61,5	64,3	30,7	45,5	35,6	36,5	57,8	511,6
2000	37,4	29,4	30,6	23,5	47,5	62,8	21,7	39,4	77,1	12,1	11,0	99,9	492,4
2001	47,1	58,4	42,1	6,4	56,6	28,5	0,0	34,8	37,0	62,5	30,0	32,2	435,6
2002	33,7	25,7	34,2	1,7	18,4	56,3	7,6	13,5	39,7	63,3	42,7	23,6	360,4
2003	34,7	13,5	7,1	15,7	45,5	81,9	69,0	47,1	11,0	59,4	11,5	22,2	418,6
2004	21,7	29,4	22,1	26,6	30,3	26,0	99,4	9,5	68,7	72,3	51,8	41,9	499,7
2005	21,8	26,7	38,5	18,3	8,7	64,6	25,7	10,1	4,1	25,1	7,2	38,9	289,7
2006	23,9	29,3	29,1	53,1	49,2	21,5	41,7	76,1	32,8	38,0	44,5	25,0	464,2
2007	69,4	41,6	18,1	67,7	10,3	108,1	97,7	6,7	45,2	7,0	44,4	26,1	541,6
2008	36,2	33,6	32,3	17,7	8,7	33,6	121,3	7,7	44,5	12,1	32,6	7,1	387,4
2009	21,1	8,4	36,8	24,5	20,6	35,4	23,6	83,9	12,6	49,8	16,8	21,9	355,4
2010	38,0	40,5	28,9	8,2	19,2	3,6	4,4	15,8	15,5	39,9	78,9	35,7	318,6
2011	48,8	24,7	44,4	23,6	39,6	71,4	7,5	49,3	179,8	28,8	42,3	33,2	593,4
2012	33,7	19,8	37,4	23,5	20,3	51,9	40,3	60,4	19,5	41,5	30,6	31,2	410,1
2013	31,8	11,5	28,5	58,5	19,9	17,2	88,7	58,0	85,7	29,2	16,6	35,5	481,1
2014	48,0	23,3	25,2	35,0	16,2	90,1	3,6	46,6	1,4	31,2	13,1	54,6	388,3
Средне- мног.*	37,1	29,7	25,4	30,2	29,1	55,2	50,9	42,7	44,8	38,7	34,5	35,5	453,8

Примечание: *среднемноголетние значения взяты за 1975-2014 гг. (данные Безенчукской агрометеостанции)

Среднемесячная и среднегодовая температура воздуха °С за годы исследований

Год	месяцы												За год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1975	-7,6	-11,4	-1,2	13,1	17,9	21,7	22,5	18,2	15,3	3,2	-3,0	-5,9	6,9
1976	-12,0	-19,1	-11,3	7,1	14,2	18,3	16,8	18,3	11,6	-2,5	-3,6	-11,6	2,2
1977	-18,1	-12,3	1,7	8,4	17,2	20,3	21,2	18,7	12,1	2,1	0,6	-11,4	5,0
1978	-8,3	-13,6	-3,1	5,2	13,2	16,1	19,0	18,3	12,3	4,1	-0,6	-15,9	3,9
1979	-14,8	-10,6	-3,6	1,8	18,6	16,3	19,9	19,7	14,3	3,7	-2,3	-3,7	4,9
1980	-14,1	-12,6	-9,7	6,0	15,5	18,5	20,6	15,7	12,5	4,3	-2,2	-3,9	4,2
1981	-8,9	-9,7	-6,5	3,7	13,2	22,0	24,0	21,6	13,4	7,2	-0,3	-4,8	6,2
1982	-9,9	-13,2	-4,8	8,3	14,5	16,2	21,8	19,4	14,4	4,8	-0,8	-3,4	5,6
1983	-5,5	-5,0	-5,4	11,0	14,2	16,6	20,7	18,1	13,0	6,0	-2,0	-5,7	6,3
1984	-9,9	-16,3	-5,6	5,4	18,7	19,0	23,2	17,1	14,6	5,9	-3,4	-14,9	4,5
1985	-11,8	-12,3	-7,6	5,4	15,2	18,3	19,0	20,4	12,3	4,4	-2,3	-7,2	4,5
1986	-10,7	-15,8	-4,9	9,4	12,7	20,0	18,9	19,3	11,7	4,4	-6,2	-11,1	4,0
1987	-18,0	-9,9	-10,1	1,3	16,3	22,1	19,8	17,7	10,7	2,5	-7,1	-10,4	2,9
1988	-12,7	-11,9	-5,6	4,5	14,4	22,0	23,7	20,4	12,7	5,6	-5,8	-10,1	4,7
1989	-9,3	-6,2	-4,3	6,6	14,1	22,7	21,1	18,4	13,5	6,2	-4,1	-6,5	6,0
1990	-10,4	-4,7	1,5	9,1	13,3	17,1	19,7	17,0	11,5	5,5	-1,0	-7,0	6,0
1991	-8,6	-10,9	-5,5	8,9	16,0	21,6	21,2	18,0	12,8	10,0	-2,0	-11,1	5,9
1992	-8,5	-10,0	-5,1	6,1	12,7	18,4	19,3	17,9	14,7	4,2	-2,0	-8,5	4,9
1993	-7,4	-11,9	-5,7	5,0	15,5	17,7	20,5	18,1	9,0	5,0	-10,0	-8,4	4,0
1994	-8,9	-17,8	-7,3	6,9	13,9	17,9	17,8	17,1	15,4	6,9	-1,9	-10,2	4,2
1995	-11,5	-4,1	0,7	13,9	17,4	22,9	21,6	19,3	15,1	8,0	0,0	-10,8	7,6
1996	-16,8	-12,6	-9,9	3,4	18,5	20,5	22,1	18,8	12,8	4,7	0,4	-10,8	4,3
1997	-14,3	-8,8	-2,2	6,6	13,6	22,1	19,7	18,0	12,1	7,1	-3,7	-10,7	5,0

продолжение приложения 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1998	-10,7	-11,8	-3,7	2,7	16,0	23,1	23,6	19,4	13,3	6,7	-7,3	-7,1	5,4
1999	-7,1	-5,0	-7,0	8,8	11,3	19,8	22,5	19,4	12,2	7,5	-6,7	-4,6	5,9
2000	-7,2	-5,6	-3,1	10,3	10,4	19,5	22,3	20,2	12,1	5,8	-3,1	-4,5	6,4
2001	-4,7	-9,5	-1,7	10,1	15,0	17,7	22,8	18,7	13,3	4,9	0,0	-11,8	6,2
2002	-6,7	-1,9	1,9	7,0	11,4	17,3	23,5	17,2	14,4	5,4	-0,3	-18,8	5,9
2003	-9,8	-12,3	-8,5	5,6	15,2	14,9	21,1	20,2	13,0	7,3	-0,2	-3,6	5,2
2004	-8,3	-10,6	-0,0	5,6	15,1	19,5	21,3	20,8	14,9	5,8	0,1	-6,1	6,5
2005	-8,3	-13,2	-7,1	6,6	17,9	19,1	20,6	19,8	14,7	7,3	0,2	-5,7	6,0
2006	-16,5	-13,9	-4,1	7,5	14,6	21,9	19,1	20,3	14,1	6,5	-2,1	-2,5	5,4
2007	-1,4	-12,5	-2,4	6,6	16,7	18,4	20,8	23,0	14,4	6,6	-4,5	-14,1	6,0
2008	-13,1	-8,2	1,6	10,2	15,0	17,9	21,6	21,0	12,4	7,5	2,6	-6,5	6,8
2009	-11,8	-9,6	-3,4	4,9	14,6	22,6	21,6	18,5	15,4	7,5	-0,3	-9,5	5,9
2010	-17,1	-12,4	-5,3	7,3	18,0	23,2	26,8	25,2	15,2	4,0	3,1	-4,9	6,9
2011	-11,4	-18,1	-7,2	7,1	15,8	18,1	24,8	19,8	13,5	6,8	-4,2	-7,3	4,8
2012	-10,1	-15,5	-5,9	12,5	17,6	21,3	22,4	21,5	13,9	8,9	1,3	-8,1	6,7
2013	-11,1	-9,3	-4,8	8,3	17,5	20,9	21,5	20,5	13,3	6,1	3,0	-4,5	6,8
2014	-10,0	-13,2	-1,5	5,5	18,0	18,6	20,3	21,5	12,9	4,6	-2,8	-6,7	5,6
Средне- мног.*	-10,6	-11,1	-4,4	7,1	15,3	19,5	21,3	19,3	13,3	5,4	-2,1	-8,2	5,4

Примечание: *среднемноголетние значения взяты за 1975-2014 гг. (данные Безенчукской агрометеостанции)

Среднемесячная и среднегодовая относительная влажность воздуха, %, за годы исследований

Год	месяцы												За год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1975	86	85	85	48	41	43	52	59	65	68	85	88	67
1976	83	75	83	71	56	69	73	73	67	81	89	85	75
1977	82	83	86	66	51	66	64	62	68	85	91	83	74
1978	86	81	89	67	55	71	72	62	75	73	84	78	74
1979	78	81	86	81	44	58	72	62	69	83	87	88	74
1980	79	81	81	79	50	61	55	71	69	82	88	81	73
1981	85	82	83	73	51	53	58	60	73	74	88	83	72
1982	81	79	84	76	57	62	58	63	71	81	90	88	74
1983	81	87	81	67	66	70	74	66	68	78	83	89	72
1984	88	85	84	63	42	64	64	73	60	83	85	77	75
1985	82	78	79	73	47	64	74	69	73	82	87	88	75
1986	85	75	84	64	54	63	64	61	66	80	89	84	72
1987	82	81	82	80	57	57	73	73	84	80	88	83	77
1988	80	79	85	76	57	58	67	68	75	66	85	89	74
1989	88	84	85	65	66	60	75	70	67	80	91	84	76
1990	81	88	79	67	59	74	72	79	80	81	86	90	78
1991	83	89	83	81	57	67	63	63	70	67	93	88	75
1992	89	88	85	72	56	55	66	64	65	76	86	88	74
1993	89	80	83	78	43	69	74	76	76	75	80	89	76
1994	87	77	80	65	53	65	72	74	58	75	81	81	72
1995	78	85	81	51	54	54	57	66	53	63	83	82	67
1996	76	77	79	67	43	65	60	57	65	70	87	83	69
1997	81	80	82	69	66	66	68	61	73	75	82	83	74

продолжение приложения 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1998	86	79	80	68	38	54	58	63	59	71	80	81	68
1999	85	88	77	61	60	61	62	69	75	76	75	85	73
2000	81	83	79	64	63	66	66	64	69	79	79	89	74
2001	84	80	79	58	63	68	55	63	72	79	85	82	72
2002	86	88	75	54	51	64	59	61	63	79	81	79	70
2003	84	75	79	65	60	65	75	70	66	67	86	88	73
2004	88	82	82	68	59	62	74	63	71	81	83	89	75
2005	83	77	76	68	56	65	68	59	66	66	85	83	71
2006	78	81	76	71	58	63	64	70	65	77	84	88	73
2007	89	81	78	68	56	62	73	62	71	71	83	78	73
2008	80	80	76	52	58	66	77	66	71	76	82	82	72
2009	89	81	81	62	57	51	60	67	66	66	79	78	70
2010	74	75	76	60	49	46	43	45	55	76	89	85	64
2011	80	79	82	79	55	73	59	61	79	80	82	85	75
2012	81	78	85	68	56	65	62	67	69	72	83	82	72
2013	82	79	74	69	56	61	65	70	81	82	81	85	74
2014	79	73	72	53	49	62	59	67	66	72	85	84	68
Средне- мног.*	83	81	81	67	54	62	67	65	69	76	85	84	73

Примечание: *среднемноголетние значения взяты за 1975-2014 гг. (данные Безенчукской агрометеостанции)

Температура воздуха °С вегетационных периодов

Месяцы	Декады	Годы											Среднемн.
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Апрель	I	5,7	4,0	2,7	1,9	0,1	-1,4	3,8	5,2	11,3	1,8	3,4	2,7
	II	10,0	9,6	7,3	6,7	7,1	9,0	10,6	6,6	9,2	4,6	7,8	7,2
	III	15,3	16,8	11,1	8,2	9,6	12,1	8,1	8,1	10,1	8,2	10,8	10,5
	среднее	10,3	10,1	7,0	5,6	5,6	6,6	7,5	6,6	10,2	4,9	7,3	7,0
Май	I	8,0	15,1	13,9	13,7	13,6	14,1	12,8	8,8	12,5	15,0	19,6	13,7
	II	6,9	15,9	11,1	14,2	13,9	19,0	14,1	17,1	15,7	13,2	18,6	14,6
	III	16,4	14,1	9,3	17,8	17,7	20,7	16,8	24,1	16,7	15,7	15,8	16,6
	среднее	10,4	15,0	11,4	15,2	15,1	17,9	14,6	16,7	15,0	14,6	18,0	15,1
Июнь	I	19,6	15,4	14,8	13,0	17,6	19,9	22,7	14,7	12,1	21,8	21,8	18,1
	II	18,7	17,6	18,4	13,8	16,3	20,2	19,5	20,5	21,9	24,6	22,2	19,9
	III	20,3	20,0	18,7	17,8	24,6	17,2	23,5	19,9	19,7	21,4	25,6	20,7
	среднее	19,5	17,7	17,3	14,9	19,5	19,1	21,9	18,4	17,9	22,6	23,2	19,5
Июль	I	17,5	19,9	24,4	21,6	19,0	17,6	17,1	21,8	20,1	16,7	25,1	20,6
	II	23,8	23,6	20,4	20,3	24,0	20,6	24,3	21,4	23,6	24,4	25,9	21,7
	III	25,6	25,0	25,8	21,3	20,9	23,5	15,8	19,1	21,2	23,8	29,3	21,6
	среднее	22,3	22,8	23,5	21,1	21,3	20,6	19,1	20,8	21,6	21,6	26,8	21,2
Август	I	23,4	18,8	20,4	22,4	20,7	22,4	18,4	23,0	18,0	18,6	29,5	20,6
	II	19,0	22,3	17,6	19,3	19,0	21,2	21,2	23,5	24,1	19,9	25,7	19,3
	III	18,3	14,9	13,7	18,6	22,7	15,9	21,3	22,6	20,8	17,0	20,4	17,8
	среднее	20,2	18,7	17,2	20,2	20,8	19,8	20,3	23,0	21,0	18,5	25,2	19,1
Сентябрь	I	19,2	13,6	18,6	14,7	14,6	14,9	20,3	17,5	17,3	19,0	15,6	16,1
	II	10,0	15,5	12,8	12,4	14,5	17,5	10,6	11,8	11,4	14,5	15,5	13,0
	III	7,0	10,7	11,9	11,8	15,6	11,6	11,5	13,8	8,5	12,8	14,6	10,9
	среднее	12,1	13,3	14,4	13,0	14,9	14,7	14,1	14,4	12,4	15,4	15,2	13,3

Количество осадков вегетационных периодов, мм

Месяцы	Декады	Годы											Среднемн.
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Апрель	I	0,6	6,4	0,2	6,0	12,3	2,8	27,9	22,4	3,8	8,3	0,0	9,5
	II	6,9	0,0	1,1	0,5	7,6	2,1	12,9	15,8	2,4	14,8	5,0	12,4
	III	16,0	0,0	0,4	9,2	6,7	13,4	12,3	29,5	11,5	1,4	3,2	10,0
	среднее	23,5	6,4	1,7	15,7	26,6	18,3	53,1	67,7	17,7	24,5	8,2	29,7
Май	I	7,8	15,2	2,3	14,6	3,2	0,1	0,0	6,1	2,8	4,2	1,3	7,6
	II	15,3	9,6	5,9	27,3	6,1	8,6	8,0	4,2	1,2	10,3	5,8	10,5
	III	24,4	31,8	10,2	3,6	21,0	0,0	41,2	0,0	4,7	6,1	12,1	10,8
	среднее	47,5	56,6	18,4	45,5	30,3	8,7	49,2	10,3	8,7	20,6	19,2	29,7
Июнь	I	9,9	13,6	25,6	3,9	5,4	23,8	3,3	4,4	16,8	2,6	1,2	14,0
	II	26,9	7,5	16,0	45,8	10,6	34,8	6,7	10,3	10,3	20,7	0,0	17,1
	III	26,0	7,4	14,7	32,2	10,0	6,0	11,5	94,1	6,5	12,1	2,4	22,3
	среднее	62,8	28,5	56,3	81,9	26,0	64,6	21,5	108,1	33,6	35,4	3,6	54,9
Июль	I	12,3	0,0	0,8	31,5	76,0	2,3	3,4	62,6	86,1	19,7	1,0	20,8
	II	0,0	0,0	5,1	31,9	18,9	18,3	12,6	20,3	1,9	0,0	1,9	15,6
	III	9,4	0,0	1,7	5,6	4,5	5,1	25,7	14,8	33,3	3,9	1,5	16,9
	среднее	21,7	0,0	7,6	69,0	99,4	25,7	41,7	97,7	121,3	23,6	4,4	52,7
Август	I	12,2	5,7	0,0	26,2	0,3	0,0	53,7	0,7	6,5	58,6	0,0	11,8
	II	20,8	6,5	2,1	16,5	8,6	3,0	0,0	0,0	0,0	4,1	0,0	14,9
	III	6,4	22,6	11,4	4,4	0,6	7,1	22,4	6,0	1,2	21,2	15,8	14,6
	среднее	39,4	34,8	13,5	47,1	9,5	10,1	76,1	6,7	7,7	83,9	15,8	41,5
Сентябрь	I	9,1	11,3	0,0	6,6	27,4	2,4	12,8	10,6	1,3	0,0	0,3	10,2
	II	34,4	0,0	18,2	0,0	6,1	1,7	20,0	34,6	42,5	5,7	2,9	17,3
	III	33,6	25,7	21,5	4,4	35,2	0,0	0,0	0,0	0,7	6,9	12,3	13,5
	среднее	77,1	37,0	39,7	11,0	68,7	4,1	32,8	45,2	44,5	12,6	15,5	41,8

Корреляционная взаимосвязь урожайности зерна озимой пшеницы с показателями при разных способах основной обработки почвы

(1975-1998гг)

Показатели	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
1. Количество осадков, мм за период:					
- парования (сентябрь-август)	-0,38	-0,35	-0,35	-0,38	-0,38
- сентябрь-ноябрь (перед паром)	-0,26	-0,25	-0,22	-0,28	-0,32
- май-август (пар)	-0,21	-0,18	-0,22	-0,22	-0,16
- май (оз.пшеница)	0,40	0,36	0,35	0,36	0,45*
- июнь (оз.пшеница)	0,39	0,45*	0,39	0,40	0,43*
- май-июнь -//-	0,54**	0,57**	0,51*	0,53*	0,60**
- апрель-июнь	0,52*	0,52*	0,51*	0,53*	0,58**
- сентябрь-ноябрь	0,05	0,08	0,03	0,01	0,04
- сентябрь-март	0,12	0,14	0,10	0,07	0,08
- сентябрь-июнь	0,46*	0,47*	0,43*	0,44*	0,46*
- сентябрь-июль	0,46*	0,47*	0,44*	0,44*	0,48*
2. Температура воздуха, °С за период:					
- парования (сентябрь-август)	0,01	0,03	0,02	0,02	0,04
- сентябрь-ноябрь (перед паром)	-0,06	-0,08	-0,06	-0,03	-0,03
- май-август (пар)	0,52*	0,48*	0,53*	0,50*	0,50*
- май (оз.пшеница)	-0,64**	-0,61**	-0,63**	-0,62**	-0,57**
- июнь (оз.пшеница)	-0,34	-0,42*	-0,39	-0,38	-0,38
- май-июнь -//-	-0,62**	-0,67**	-0,66**	-0,65**	-0,61**
- апрель-июнь	-0,32	-0,36	-0,35	-0,34	-0,33
- сентябрь-ноябрь	0,03	0,02	0,05	0,04	-0,00
- сентябрь-март	0,11	0,11	0,15	0,16	0,07
- сентябрь-июнь	-0,09	-0,11	-0,07	-0,06	-0,12
- сентябрь-июль	-0,09	-0,11	-0,07	-0,05	-0,13
3. Относительная влажность воздуха, % за период					
- май (оз.пшеница)	0,53*	0,50*	0,49*	0,47*	0,48*
- июнь (оз.пшеница)	0,56*	0,59**	0,55**	0,58**	0,62**
- апрель-май	0,42*	0,38	0,42*	0,38	0,39
- май-июнь	0,65**	0,64**	0,69**	0,61**	0,65**

продолжение приложения 6

1	2	3	4	5	6
- май-август (пар)	-0,23	-0,21	-0,22	-0,22	-0,22
4. Агрофизические, химические свойства почвы (весна)					
- плотность, (пар), г/см ³ (0-30 см)	-0,07	-0,08	-0,04	0,02	0,11
- плотность, (оз. пшеница), г/см ³ (0-30 см)	-0,20	-0,09	-0,21	-0,09	-0,27
- содержание NO ₃ (пар), мг/кг (0-30 см)	0,51*	0,51*	0,42*	0,41	0,59**
- содержание P ₂ O ₅ (пар), мг/кг (0-30 см)	-0,08	-0,17	0,23	-0,17	-0,13
- содержание K ₂ O (пар), мг/кг (0-30 см)	-0,17	-0,05	0,01	-0,12	0,05
-запасы продуктивной влаги (пар), мм (0-100 см)	-0,28	-0,03	-0,12	-0,22	-0,33
-запасы продуктивной влаги (оз. пшеница), мм (0-100 см)	0,38	-0,05	0,30	0,16	0,10
5. Засорённость посевов сорняками перед уборкой урожая, шт/м ²					
- общая количественная	-0,20	-0,20	-0,32	-0,28	-0,15
- количественная многолетними сорняками	-0,25	-0,16	-0,06	0,00	-0,06
- общая воздушно- сухая масса сорняков, г/м ²	-0,10	-0,32	0,05	-0,29	-0,03

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Корреляционная взаимосвязь урожайности зерна проса с показателями при разных способах основной обработки почвы (1976-1997гг)

Показатели	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
1. Количество осадков, мм за период					
- май	-0,18	-0,19	-0,03	0,00	0,02
- июнь	0,05	0,04	0,11	0,21	0,09
- июль	0,44*	0,42	0,35	0,39	0,54*
- май-июль	0,23	0,21	0,27	0,37	0,41
- май-август	0,19	0,18	0,18	0,27	0,34
- сентябрь-ноябрь	0,08	-0,06	-0,02	0,02	0,01
- сентябрь-апрель	0,05	-0,04	-0,11	-0,07	0,00
- сентябрь-август	0,18	0,12	0,07	0,17	0,27
2. Температура воздуха, °С за период:					
- май	-0,12	-0,05	0,01	-0,02	-0,11
- июнь	-0,25	-0,24	-0,15	-0,20	-0,19
- июль	-0,41	-0,27	-0,27	-0,29	-0,38
- май-июль	-0,35	-0,26	-0,18	-0,22	-0,30
- май-август	-0,27	-0,20	-0,13	-0,19	-0,27
- сентябрь-ноябрь	0,06	0,12	0,14	0,11	0,12
- сентябрь-апрель	-0,14	-0,03	-0,10	-0,04	-0,02
- сентябрь-август	-0,23	-0,10	-0,16	-0,13	-0,12
3. Относительная влажность воздуха, % за период					
- май	-0,05	-0,03	0,00	0,09	0,11
- июнь	-0,09	-0,13	0,01	0,11	0,03
- июль	0,30	0,23	0,27	0,35	0,44
- май-июль	0,11	0,09	0,17	0,29	0,31
- май-август	0,12	0,08	0,13	0,23	0,28
4. Агрофизические свойства почвы (весна)					
- плотность, г/см ³ (0-30 см)	0,24	-0,02	0,11	0,26	-0,02
-запасы продуктивной влаги, мм (0-30 см)	0,32	0,22	0,29	0,31	0,30
-запасы продуктивной влаги, мм (0-100 см)	0,18	0,16	0,03	0,04	0,20
5. Засорённость посевов сорняками перед уборкой урожая, шт/м ²					
- общая кол.-ая	-0,24	-0,21	-0,10	-0,23	-0,17
- в т.ч. мн. сорняками	-0,02	-0,14	0,11	-0,21	-0,22
- общая воздушно-сухая масса сорняков, г/м ²	-0,21	-0,14	-0,15	-0,15	-0,16

Корреляционная взаимосвязь урожайности зерна ярового ячменя с показателями при разных способах основной обработки почвы (1976-1997гг)

Показатели	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
1. Количество осадков, мм за период					
- май	0,05	0,01	0,06	0,00	0,08
- июнь	0,36	0,42	0,36	0,37	0,39
- июль	0,20	0,23	0,16	0,15	0,21
- май-июль	0,35	0,37	0,32	0,29	0,38
- май-июнь	0,31	0,32	0,31	0,28	0,34
- сентябрь-ноябрь	0,21	0,19	0,10	0,13	0,20
- сентябрь-апрель	0,11	0,10	-0,01	0,01	0,10
- сентябрь-июль	0,32	0,34	0,22	0,22	0,34
2. Температура воздуха, °С за период:					
- май	-0,52*	-0,49*	-0,46*	-0,43*	-0,46*
- июнь	-0,62**	-0,71**	-0,63**	-0,66**	-0,63**
- июль	-0,57**	-0,55*	-0,57**	-0,55**	-0,56**
- май-июль	-0,79**	-0,81**	-0,76**	-0,76**	-0,76**
- май-июнь	-0,77**	-0,81**	-0,74**	-0,75**	-0,74**
- сентябрь-ноябрь	0,08	0,14	0,20	0,17	0,18
- сентябрь-апрель	0,08	0,12	0,08	0,08	0,12
- сентябрь-июль	-0,15	-0,12	-0,15	-0,14	-0,10
3. Относительная влажность воздуха, % за период					
- май	0,20	0,08	0,10	0,08	0,15
- июнь	0,45*	0,48*	0,48*	0,44*	0,48*
- июль	0,42*	0,39	0,33	0,34	0,40
- май-июль	0,51*	0,45*	0,44*	0,41	0,49*
- май-июнь	0,43*	0,36	0,39	0,34	0,41
4. Засорённость посевов сорняками перед уборкой урожая, шт/м ²					
- общая кол-венная	-0,00	-0,22	-0,21	-0,22	-0,20
- в т.ч. мн. сорняками	-0,28	0,10	0,01	-0,01	-0,04
- общая воздушно-сухая масса сорняков, г/м ²	-0,27	-0,29	-0,07	-0,14	-0,23

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Корреляционная взаимосвязь урожайности кукурузы (зелёная масса) с показателями при разных способах основной обработки почвы

(1976-1997гг)

Показатели	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
1. Количество осадков, мм за период					
- май	0,17	0,37	0,18	0,15	0,14
- июнь	0,20	0,21	0,28	0,21	0,21
- июль	0,78**	0,48*	0,81**	0,42*	0,84**
- август	0,35	0,10	0,31	-0,05	0,28
- май-июль	0,69**	0,60**	0,76**	0,50*	0,72**
- май-август	0,73**	0,46*	0,77**	0,41	0,72**
- сентябрь-ноябрь	0,10	0,28	0,24	0,29	0,21
- сентябрь-апрель	0,10	0,23	0,17	0,17	0,18
- сентябрь-август	0,64**	0,51*	0,71**	0,43*	0,69**
2. Температура воздуха, °С за период:					
- май	-0,13	-0,14	-0,16	-0,18	-0,13
- июнь	-0,30	-0,30	-0,31	-0,24	-0,25
- июль	-0,40	-0,48*	-0,44*	-0,42*	-0,39
- май-июль	-0,38	-0,41	-0,41	-0,37	-0,35
- май-август	-0,41	-0,43*	-0,42*	-0,38	-0,35
- сентябрь-ноябрь	-0,02	-0,15	-0,12	-0,14	-0,03
- сентябрь-апрель	0,15	0,05	0,05	0,05	0,04
- сентябрь-август	-0,01	-0,12	-0,12	-0,09	-0,09
3. Относительная влажность воздуха, % за период					
- май	0,10	0,40	0,21	0,40	0,12
- июнь	0,36	0,29	0,41	0,22	0,33
- июль	0,57**	0,55**	0,75**	0,57**	0,69**
- август	0,55**	0,30	0,57**	0,34	0,51*
- май-июль	0,49*	0,61**	0,65**	0,59**	0,54**
- май-август	0,60**	0,60**	0,71**	0,60**	0,63**
4. Агрофизические, химические свойства почвы (весна)					
- плотность, г/см ³ (0-30 см)	-0,19	0,09	-0,22	0,08	-0,12
- содержание NO ₃ , мг/кг, (0-30 см)	-0,05	-0,14	0,08	-0,26	0,18
- содержание P ₂ O ₅ , мг/кг (0-30 см)	0,23	0,34	0,17	0,07	0,13
- содержание K ₂ O, мг/кг (0-30 см)	-0,27	0,14	0,01	-0,06	-0,27

продолжение приложения 9

1	2	3	4	5	6
-запасы продуктивной влаги, мм (0-30 см)	0,13	0,22	-0,09	0,13	0,12
-запасы продуктивной влаги, мм (0-100 см)	-0,17	0,03	-0,04	0,07	0,07
5. Засорённость посевов сорняками перед уборкой урожая, г/м ²					
- общая воздушно-сухая масса сорняков	0,10	-0,07	-0,06	-0,08	-0,16

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Корреляционная взаимосвязь урожайности зерна яровой пшеницы с показателями при разных способах основной обработки почвы (1976-1997гг)

Показатели	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
1. Количество осадков, мм за период					
- май	0,48*	0,24	0,49*	0,45*	0,47*
- июнь	0,26	0,41	0,29	0,40	0,34
- июль	0,21	0,25	0,12	0,17	0,20
- май-июль	0,50*	0,49*	0,47*	0,54**	0,54*
- май-июнь	0,52*	0,47*	0,55**	0,60**	0,58**
- сентябрь-ноябрь	-0,06	0,10	-0,01	0,04	0,14
- сентябрь-апрель	0,04	0,17	0,08	0,11	0,14
- сентябрь-июль	0,39	0,47*	0,38	0,46*	0,47*
2. Температура воздуха, °С за период:					
- май	-0,53*	-0,43*	-0,41	-0,42*	-0,50*
- июнь	-0,41	-0,68**	-0,42*	-0,53*	-0,45*
- июль	-0,61**	-0,53**	-0,61**	-0,59**	-0,56**
- май-июль	-0,69**	-0,76**	-0,67**	-0,70**	-0,68**
- май-июнь	-0,61*	-0,76**	-0,59**	-0,64**	-0,63**
- сентябрь-ноябрь	0,16	0,23	0,21	0,14	0,19
- сентябрь-апрель	0,21	0,36	0,22	0,25	0,23
- сентябрь-июль	0,01	0,12	0,02	0,04	0,03
3. Относительная влажность воздуха, % за период					
- май	0,28	0,20	0,26	0,26	0,28
- июнь	0,47*	0,58**	0,51*	0,67**	0,52*
- июль	0,31	0,34	0,23	0,27	0,29
- май-июль	0,52*	0,54*	0,49*	0,55**	0,54*
- май-июнь	0,50*	0,50*	0,51*	0,57**	0,52*
4. Засорённость посевов сорняками перед уборкой урожая, шт/м ²					
- общая кол-венная	-0,01	-0,21	-0,08	-0,15	0,07
- в т.ч. мн. сорняками	0,17	-0,09	-0,27	-0,29	-0,06
- общая воздушно-сухая масса сорняков, г/м ²	-0,09	-0,07	0,04	-0,16	-0,12

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Корреляционная взаимосвязь урожайности зерна овса с показателями при разных способах основной обработки почвы (1976-1997гг)

Показатели	Способы основной обработки почвы				
	1	2	3	4	5
1. Количество осадков, мм за период					
- май	0,34	0,35	0,37	0,45*	0,43*
- июнь	0,47*	0,46*	0,42*	0,43*	0,44*
- июль	0,32	0,28	0,32	0,34	0,38
- май-июль	0,62**	0,60**	0,61**	0,66**	0,68**
- май-июнь	0,58**	0,59**	0,57**	0,63**	0,62**
- сентябрь-ноябрь	0,02	0,01	-0,07	-0,05	0,02
- сентябрь-апрель	-0,03	-0,00	-0,12	-0,08	-0,03
- сентябрь-июль	0,42	0,42	0,35	0,41	0,46*
2. Температура воздуха, °С за период:					
- май	-0,58**	-0,57**	-0,56**	-0,55**	-0,54*
- июнь	-0,54**	-0,57**	-0,48*	-0,48*	-0,46*
- июль	-0,78**	-0,80**	-0,77**	-0,75**	-0,76**
- май-июль	-0,80**	-0,88**	-0,81**	-0,80**	-0,79**
- май-июнь	-0,75**	-0,77**	-0,69**	-0,68**	-0,66**
- сентябрь-ноябрь	0,02	0,00	-0,01	-0,02	-0,04
- сентябрь-апрель	-0,01	0,00	-0,06	-0,04	-0,01
- сентябрь-июль	-0,27	-0,26	-0,30	-0,28	-0,25
3. Относительная влажность воздуха, % за период					
- май	0,26	0,27	0,26	0,32	0,31
- июнь	0,62**	0,61**	0,57**	0,60**	0,59**
- июль	0,54**	0,52*	0,56**	0,59**	0,64**
- май-июль	0,67**	0,67**	0,66**	0,72**	0,73**
- май-июнь	0,57**	0,58**	0,56**	0,61**	0,60**
4. Агрофизические свойства почвы (весна)					
- плотность, г/см ³ (0-30 см)	-0,21	-0,03	-0,15	-0,15	-0,33
-запасы продуктивной влаги, мм (0-30 см)	0,36	0,15	0,17	0,37	0,44*
-запасы продуктивной влаги, мм (0-100 см)	-0,01	0,01	0,16	0,27	0,37
5. Засорённость посевов сорняками перед уборкой урожая, шт/м ²					
- общая кол.-ая	0,41	0,27	0,35	0,35	0,42*
- в т.ч. мн. сорняками	-0,08	-0,18	-0,27	-0,07	-0,14
- общая воздушно-сухая масса сорняков, г/м ²	0,20	0,24	0,17	0,28	0,35

Элементы структуры урожая сортов озимой мягкой пшеницы (2007 г.)

Дозы удобрений	Высота, см	Коэффициент кустистости		Длина колоса, см	Кол-во зёрен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г	Выход зерна, Кхоз
		общей	продуктивной				
Безенчукская 380							
без удобрений	107,0	1,4	1,3	7,1	28,7	0,86	33,6
расчётные1	108,3	1,5	1,4	7,4	32,2	0,98	35,6
расчётные2	113,3	1,4	1,3	8,0	32,6	0,97	35,0
среднее	109,5	1,4	1,3	7,5	31,2	0,94	34,7
Светоч							
без удобрений	89,5	1,4	1,4	7,4	28,2	0,97	39,0
расчётные1	93,5	1,6	1,4	7,7	30,0	1,01	44,2
расчётные2	93,9	1,5	1,4	7,9	30,9	0,98	42,0
среднее	92,3	1,5	1,4	7,7	29,7	0,99	41,7
Малахит							
без удобрений	93,2	1,8	1,7	7,0	25,3	0,86	39,3
расчётные1	94,2	1,8	1,7	7,3	31,2	0,95	42,0
расчётные2	94,3	1,7	1,6	7,5	32,8	0,96	41,4
среднее	93,9	1,8	1,7	7,3	29,8	0,92	40,9
Бирюза							
без удобрений	73,4	1,7	1,6	7,4	32,8	1,10	46,1
расчётные1	81,2	1,8	1,7	7,8	34,5	1,15	46,0
расчётные2	85,1	1,6	1,5	8,8	35,1	1,12	43,0
среднее	79,9	1,7	1,6	8,0	34,1	1,12	45,0
Санта							
без удобрений	72,7	1,5	1,4	6,8	28,1	0,98	49,0
расчётные1	72,7	1,6	1,5	7,5	36,2	1,09	52,0
расчётные2	75,9	1,4	1,4	8,9	37,2	1,04	46,6
среднее	73,8	1,5	1,4	7,7	33,8	1,04	49,2
Самкрас							
без удобрений	65,6	1,4	1,4	7,0	31,9	1,08	47,6
расчётные1	73,3	1,5	1,4	7,5	34,5	1,20	42,0
расчётные2	85,7	1,6	1,5	8,7	32,1	1,12	39,4
среднее	74,9	1,5	1,4	7,7	32,8	1,13	43,0

Элементы структуры урожая сортов озимой мягкой пшеницы (2008 г.)

Дозы удобрений	Высота, см	Коэффициент кустистости		Длина колоса, см	Кол-во зёрен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г	Выход зерна, Кхоз
		общей	продуктивной				
Безенчукская 380							
без удобрений	94,5	2,2	1,8	6,2	20,2	0,68	37
расчётные1	103,4	2,4	1,9	6,5	20,7	0,69	36
расчётные2	106,0	2,5	1,9	6,9	21,0	0,71	34
среднее	101,3	2,4	1,9	6,5	20,6	0,69	36
Светоч							
без удобрений	83,2	2,5	2,3	5,9	20,1	0,74	41
расчётные1	97,6	2,7	2,4	6,3	21,7	0,78	39
расчётные2	107,0	2,8	2,4	6,9	22,7	0,80	39
среднее	95,9	2,7	2,4	6,4	21,5	0,77	40
Малахит							
без удобрений	78,0	2,6	2,4	6,4	20,3	0,60	43
расчётные1	87,3	2,7	2,5	6,4	20,7	0,69	39
расчётные2	109,5	2,7	2,6	6,7	21,9	0,72	38
среднее	91,6	2,7	2,5	6,5	21,0	0,67	40
Бирюза							
без удобрений	76,5	2,7	2,5	5,7	19,8	0,67	44
расчётные1	85,5	2,8	2,6	6,2	20,1	0,69	38
расчётные2	87,8	2,9	2,7	6,6	21,2	0,70	39
среднее	83,3	2,8	2,6	6,2	20,4	0,69	40
Санта							
без удобрений	64,3	2,5	2,5	5,8	20,9	0,63	41
расчётные1	71,2	2,7	2,6	5,8	21,0	0,73	39
расчётные2	82,6	2,8	2,7	6,4	21,4	0,74	38
среднее	72,7	2,7	2,6	6,0	21,1	0,70	39
Самкрас							
без удобрений	68,2	2,4	2,4	5,9	21,4	0,73	39
расчётные1	72,5	2,5	2,5	6,3	21,5	0,75	38
расчётные2	74,5	2,6	2,6	6,5	22,0	0,78	37
среднее	71,7	2,5	2,5	6,2	21,6	0,75	38

Элементы структуры урожая сортов озимой мягкой пшеницы (2009 г.)

Дозы удобрений	Высота, см	Коэффициент кустистости		Длина колоса, см	Кол-во зёрен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г	Выход зерна, Кхоз
		общей	продуктивной				
Безенчукская 380							
без удобрений	66,8	2,0	1,8	6,3	17,9	0,56	40
расчётные1	86,3	2,8	2,8	6,3	18,8	0,61	34
расчётные2	92,3	3,1	2,9	7,3	20,9	0,50	31
среднее	81,8	2,6	2,5	6,6	19,2	0,56	35
Светоч							
без удобрений	69,8	1,9	1,9	6,8	22,4	0,60	42
расчётные1	81,0	2,2	2,0	6,9	23,3	0,69	38
расчётные2	81,5	2,3	2,1	6,9	21,7	0,68	36
среднее	77,4	2,1	2,0	6,9	22,5	0,66	39
Малахит							
без удобрений	75,1	1,6	1,6	6,7	19,8	0,70	39
расчётные1	76,9	2,2	2,0	6,9	21,6	0,76	41
расчётные2	81,6	2,2	2,2	7,1	22,9	0,76	34
среднее	77,9	2,0	1,9	6,9	21,4	0,74	38
Бирюза							
без удобрений	62,9	1,8	1,8	6,7	22,9	0,61	35
расчётные1	69,1	2,3	2,2	6,8	23,4	0,72	42
расчётные2	69,5	2,7	2,4	6,9	24,6	0,70	40
среднее	67,2	2,3	2,1	6,8	23,6	0,68	39
Санта							
без удобрений	66,3	2,4	2,2	5,1	20,2	0,61	36
расчётные1	66,4	2,6	2,5	5,3	22,4	0,67	39
расчётные2	71,2	2,5	2,4	5,4	20,2	0,60	38
среднее	68,0	2,5	2,4	5,3	20,9	0,63	38
Самкрас							
без удобрений	52,7	1,7	1,7	5,8	21,9	0,59	38
расчётные1	58,3	2,2	2,2	6,3	23,7	0,63	41
расчётные2	66,0	2,6	2,4	6,4	22,2	0,65	41
среднее	59,0	2,2	2,1	6,2	22,6	0,62	40

Влияние доз удобрений на урожайность сортов озимой мягкой пшеницы
(2007г.)

Сорт	Дозы удобрений	Урожайность, т/га	Прибавки урожая			
			от удобрений		от сорта	
			т/га	%	т/га	%
Безенчукская 380 (st)	без удобрений	2,55	-	-	-	-
	расчётные1	2,85	0,30	11,8	-	-
	расчётные2	2,76	0,21	8,2	-	-
	среднее	2,72	0,26	10,2	-	-
Светоч	без удобрений	3,45	-	-	0,90	35,3
	расчётные1	3,97	0,52	15,1	1,12	39,3
	расчётные2	3,83	0,38	11,0	1,07	38,8
	среднее	3,75	0,45	13,0	1,03	37,9
Малахит	без удобрений	3,58	-	-	1,03	40,4
	расчётные1	4,04	0,46	12,8	1,19	41,8
	расчётные2	3,85	0,27	7,5	1,09	39,5
	среднее	3,82	0,37	10,3	1,10	40,4
Бирюза	без удобрений	4,11	-	-	1,56	61,2
	расчётные1	4,69	0,58	14,1	1,84	64,6
	расчётные2	4,51	0,40	9,7	1,75	63,4
	среднее	4,44	0,49	11,9	1,72	63,2
Санта	без удобрений	3,67	-	-	1,12	43,9
	расчётные1	4,05	0,38	10,4	1,20	42,1
	расчётные2	3,80	0,13	3,5	1,04	37,7
	среднее	3,84	0,26	7,1	1,12	41,2
Самкрас	без удобрений	4,05	-	-	1,50	58,8
	расчётные1	4,36	0,31	7,7	1,51	53,0
	расчётные2	4,24	0,19	4,7	1,48	53,6
	среднее	4,22	0,25	6,2	1,50	55,1

НСР₀₅ (варианты)= 0,39 т/га

НСР₀₅ (сорта)= 0,19 т/га

НСР₀₅ (удобрения)= 0,12 т/га

Влияние доз удобрений на урожайность сортов озимой мягкой пшеницы
(2008г.)

Сорт	Дозы удобрений	Урожайность, т/га	Прибавки урожая			
			от удобрений		от сорта	
			т/га	%	т/га	%
Безенчукская 380 (st)	без удобрений	2,83	-	-	-	-
	расчётные1	3,09	0,26	9,2	-	-
	расчётные2	3,51	0,68	24,0	-	-
	среднее	3,14	0,47	16,6	-	-
Светоч	без удобрений	3,65	-	-	0,82	29,0
	расчётные1	3,86	0,21	5,8	0,77	24,9
	расчётные2	4,15	0,50	13,7	0,64	18,2
	среднее	3,89	0,36	9,9	0,75	23,9
Малахит	без удобрений	3,43	-	-	0,60	21,2
	расчётные1	3,92	0,49	14,3	0,83	26,9
	расчётные2	4,28	0,85	24,8	0,77	21,9
	среднее	3,88	0,67	19,5	0,74	23,6
Бирюза	без удобрений	3,35	-	-	0,52	18,4
	расчётные1	3,66	0,31	9,3	0,57	18,4
	расчётные2	4,03	0,68	20,3	0,52	14,8
	среднее	3,68	0,50	14,9	0,54	17,2
Санта	без удобрений	3,46	-	-	0,63	22,3
	расчётные1	3,67	0,21	6,1	0,58	18,8
	расчётные2	4,23	0,77	22,3	0,72	20,5
	среднее	3,79	0,49	14,2	0,65	20,7
Самкрас	без удобрений	3,60	-	-	0,77	27,2
	расчётные1	3,71	0,11	3,1	0,62	20,1
	расчётные2	4,27	0,67	18,6	0,76	21,7
	среднее	3,86	0,39	10,8	0,72	22,9

НСР₀₅ (варианты)= 0,55 т/га

НСР₀₅ (сорта)= 0,32 т/га

НСР₀₅ (удобрения)= 0,22 т/га

Влияние доз удобрений на урожайность сортов озимой мягкой пшеницы
(2009г.)

Сорт	Дозы удобрений	Урожайность, т/га	Прибавки урожая			
			от удобрений		от сорта	
			т/га	%	т/га	%
Безенчукская 380 (st)	без удобрений	2,05	-	-	-	-
	расчётные1	2,53	0,48	23,4	-	-
	расчётные2	2,63	0,58	28,3	-	-
	среднее	2,40	0,53	25,8	-	-
Светоч	без удобрений	2,38	-	-	0,33	16,1
	расчётные1	2,86	0,48	20,2	0,33	13,0
	расчётные2	3,00	0,62	26,1	0,37	14,1
	среднее	2,75	0,55	23,1	0,35	14,6
Малахит	без удобрений	2,66	-	-	0,61	29,8
	расчётные1	3,32	0,66	24,8	0,79	31,2
	расчётные2	3,46	0,80	30,1	0,83	31,6
	среднее	3,15	0,73	27,4	0,75	31,3
Бирюза	без удобрений	2,53	-	-	0,48	23,4
	расчётные1	3,10	0,57	22,5	0,57	22,5
	расчётные2	3,43	0,90	35,6	0,80	30,4
	среднее	3,02	0,74	29,2	0,62	25,8
Санта	без удобрений	2,46	-	-	0,41	20,0
	расчётные1	3,09	0,63	25,6	0,56	22,1
	расчётные2	3,04	0,58	23,6	0,41	15,6
	среднее	2,86	0,61	24,8	0,46	19,2
Самкрас	без удобрений	2,33	-	-	0,28	13,7
	расчётные1	2,83	0,50	21,5	0,30	11,9
	расчётные2	2,76	0,43	18,5	0,13	4,9
	среднее	2,64	0,47	20,2	0,24	10,0

НСР₀₅ (варианты)= 0,40 т/га

НСР₀₅ (сорта)= 0,23 т/га

НСР₀₅ (удобрения)= 0,16 т/га

Экономическая эффективность сортов озимой мягкой пшеницы на 1га
(2007г.)

Сорта	Дозы удобрений	Стоимость продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Условный чистый доход, руб.	Уровень рентабельности, %
Безенчукская 380 (st)	без удобрений	10200,0	5014,0	5186,0	103,4
	расчётные1	11400,0	6364,0	5036,0	79,1
	расчётные2	11040,0	7714,0	3326,0	43,1
	среднее	10880,0	6364,0	4516,0	71,0
Светоч	без удобрений	13800,0	5014,0	8786,0	175,2
	расчётные1	15880,0	6364,0	9516,0	149,5
	расчётные2	15320,0	7714,0	7606,0	98,6
	среднее	15000,0	6364,0	8636,0	135,7
Малахит	без удобрений	14320,0	5014,0	9306,0	185,6
	расчётные1	16160,0	6364,0	9796,0	153,9
	расчётные2	15400,0	7714,0	7686,0	99,6
	среднее	15293,0	6364,0	8929,0	140,3
Бирюза	без удобрений	16440,0	5014,0	11426,0	227,9
	расчётные1	18760,0	6364,0	12396,0	194,8
	расчётные2	18040,0	7714,0	10326,0	133,9
	среднее	17747,0	6364,0	11383,0	178,9
Санта	без удобрений	14680,0	5014,0	9666,0	192,8
	расчётные1	16200,0	6364,0	9836,0	154,6
	расчётные2	15200,0	7714,0	7486,0	97,0
	среднее	15360,0	6364,0	8996,0	141,4
Самкрас	без удобрений	16200,0	5014,0	11186,0	223,1
	расчётные1	17440,0	6364,0	11076,0	174,0
	расчётные2	16960,0	7714,0	9246,0	119,9
	среднее	16867,0	6364,0	10503,0	165,0

Экономическая эффективность сортов озимой мягкой пшеницы на 1га
(2008г.)

Сорта	Дозы удобрений	Стоимость продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Условный чистый доход, руб.	Уровень рентабельности, %
Безенчукская 380 (st)	без удобрений	11320,0	6788,0	4532,0	66,8
	расчётные1	12360,0	8269,0	4091,0	49,5
	расчётные2	14040,0	9892,0	4148,0	41,9
	среднее	12573,0	8316,3	4256,7	51,2
Светоч	без удобрений	14600,0	6788,0	7812,0	115,1
	расчётные1	15440,0	8269,0	7171,0	86,7
	расчётные2	16600,0	9892,0	6708,0	67,8
	среднее	15547,0	8316,3	7230,7	86,9
Малахит	без удобрений	13720,0	6788,0	6932,0	102,1
	расчётные1	15680,0	8269,0	7411,0	89,6
	расчётные2	17120,0	9892,0	7228,0	73,1
	среднее	15507,0	8316,3	7190,7	86,5
Бирюза	без удобрений	13400,0	6788,0	6612,0	97,4
	расчётные1	14640,0	8269,0	6371,0	77,0
	расчётные2	16120,0	9892,0	6228,0	63,0
	среднее	14720,0	8316,3	6403,7	77,0
Санта	без удобрений	13840,0	6788,0	7052,0	103,9
	расчётные1	14680,0	8269,0	6411,0	77,5
	расчётные2	16920,0	9892,0	7028,0	71,0
	среднее	15147,0	8316,3	6830,7	82,1
Самкрас	без удобрений	14400,0	6788,0	7612,0	112,1
	расчётные1	14840,0	8269,0	6571,0	79,5
	расчётные2	17080,0	9892,0	7188,0	72,7
	среднее	15440,0	8316,3	7123,7	85,7

Экономическая эффективность сортов озимой мягкой пшеницы на 1га
(2009г.)

Сорта	Дозы удобрений	Стоимость продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Условный чистый доход, руб.	Уровень рентабельности, %
Безенчукская 380 (st)	без удобрений	7175,0	6018,5	1156,5	19,2
	расчётные1	8855,0	7643,0	1212,0	15,9
	расчётные2	9205,0	9593,0	-388,0	-
	среднее	8412,0	7751,5	660,5	8,5
Светоч	без удобрений	8330,0	6018,5	2311,5	38,4
	расчётные1	10010,0	7643,0	2367,0	31,0
	расчётные2	10500,0	9593,0	907,0	9,5
	среднее	9613,0	7751,5	1861,5	24,0
Малахит	без удобрений	9310,0	6018,5	3291,5	54,7
	расчётные1	11620,0	7643,0	3977,0	52,0
	расчётные2	12110,0	9593,0	2517,0	26,2
	среднее	11013,0	7751,5	3261,5	42,1
Бирюза	без удобрений	8855,0	6018,5	2836,5	47,1
	расчётные1	10850,0	7643,0	3207,0	42,0
	расчётные2	12005,0	9593,0	2412,0	25,1
	среднее	10570,0	7751,5	2818,5	36,4
Санта	без удобрений	8610,0	6018,5	2591,5	43,1
	расчётные1	10815,0	7643,0	3172,0	41,5
	расчётные2	10640,0	9593,0	1047,0	10,9
	среднее	10022,0	7751,5	2270,5	29,3
Самкрас	без удобрений	8155,0	6018,5	2136,5	35,5
	расчётные1	9905,0	7643,0	2262,0	29,6
	расчётные2	9660,0	9593,0	67,0	0,7
	среднее	9240,0	7751,5	1488,5	19,2

Элементы структуры урожая сортов яровой мягкой пшеницы (2007 г.)

Дозы удобрений	Высота растений, см	Коэффициент кустистости		Длина колоса, см	Кол-во зёрен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г	Выход зерна, Кхоз
		общей	продуктивной				
Тулайковская 5							
без удобрений	66,5	1,55	1,45	7,1	11,8	0,38	45
расчётные1	69,5	1,59	1,36	7,4	13,4	0,43	42
расчётные2	69,8	1,50	1,46	7,4	16,0	0,54	50
среднее	68,6	1,55	1,42	7,3	13,7	0,45	45,7
Тулайковская 10							
без удобрений	67,4	1,50	1,46	7,4	16,0	0,54	48
расчётные1	69,3	1,58	1,37	7,6	16,3	0,53	43
расчётные2	69,3	1,63	1,23	8,1	17,6	0,53	43
среднее	68,7	1,57	1,35	7,6	16,6	0,53	44,7
Тулайковская 100							
без удобрений	65,4	1,54	1,34	7,0	15,3	0,52	50
расчётные1	69,5	1,66	1,36	7,3	19,2	0,57	47
расчётные2	72,6	1,76	1,35	7,5	16,8	0,54	44
среднее	69,2	1,65	1,35	7,3	17,8	0,54	47,0
Тулайковская золотистая							
без удобрений	72,3	1,60	1,30	7,4	14,2	0,52	47
расчётные1	72,4	1,69	1,29	7,7	16,8	0,59	44
расчётные2	73,4	1,72	1,22	7,9	17,1	0,48	42
среднее	72,7	1,67	1,27	7,7	16,0	0,53	44,3
Тулайковская остистая							
без удобрений	64,4	1,60	1,50	7,5	16,2	0,55	48
расчётные1	67,5	1,66	1,52	7,7	16,6	0,56	47
расчётные2	69,4	1,70	1,39	8,0	17,5	0,54	43
среднее	67,1	1,65	1,45	7,7	16,8	0,55	46,0

Элементы структуры урожая сортов яровой мягкой пшеницы (2008 г.)

Дозы удобрений	Высота, см	Коэффициент кустистости		Длина колоса, см	Кол-во зёрен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г	Выход зерна, Кхоз
		общей	продуктивной				
Тулайковская 5							
без удобрений	75,4	1,4	1,2	5,9	11,3	0,29	22
расчётные1	76,6	1,5	1,4	6,2	12,0	0,32	20
расчётные2	82,0	1,5	1,5	6,5	12,2	0,31	19
среднее	78,0	1,5	1,4	6,2	11,8	0,31	20,3
Тулайковская 10							
без удобрений	67,5	1,5	1,2	6,0	12,8	0,32	30
расчётные1	70,6	1,7	1,4	6,1	13,7	0,37	29
расчётные2	77,9	1,8	1,5	6,6	14,0	0,38	27
среднее	72,0	1,7	1,4	6,2	13,5	0,36	28,7
Тулайковская 100							
без удобрений	76,4	1,4	1,3	6,3	13,0	0,34	27
расчётные1	77,9	1,4	1,4	6,5	14,6	0,39	27
расчётные2	78,1	1,5	1,4	7,4	14,8	0,39	26
среднее	77,5	1,4	1,4	6,7	14,1	0,37	26,7
Тулайковская золотистая							
без удобрений	74,3	1,6	1,2	6,0	12,6	0,32	28
расчётные1	75,8	1,8	1,3	6,3	12,8	0,34	27
расчётные2	80,3	2,1	1,4	7,0	13,4	0,36	24
среднее	76,8	1,8	1,3	6,4	12,9	0,34	26,3
Тулайковская остистая							
без удобрений	61,7	1,3	1,4	6,2	11,6	0,29	32
расчётные1	65,3	1,9	1,4	6,8	12,3	0,33	26
расчётные2	78,8	2,0	1,7	7,3	12,5	0,35	24
среднее	68,6	1,7	1,5	6,8	12,1	0,32	27,3

Элементы структуры урожая сортов яровой мягкой пшеницы (2009 г.)

Дозы удобрений	Высота, см	Коэффициент кустистости		Длина колоса, см	Кол-во зёрен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г	Выход зерна, Кхоз
		общей	продуктивной				
Тулайковская 5							
без удобрений	39,9	1,2	1,2	4,9	9,7	0,25	39
расчётные1	45,2	1,4	1,2	5,3	10,0	0,27	43
расчётные2	48,4	1,1	1,0	6,3	9,5	0,23	36
среднее	44,5	1,23	1,13		9,7	0,25	39,3
Тулайковская 10							
без удобрений	49,7	1,2	1,2	6,1	15,5	0,42	47
расчётные1	51,1	1,4	1,3	6,1	17,2	0,48	47
расчётные2	53,4	1,1	1,0	6,3	16,1	0,46	48
среднее	51,4	1,23	1,17		16,3	0,45	47,3
Тулайковская 100							
без удобрений	43,4	1,1	1,1	5,2	13,3	0,38	51
расчётные1	47,6	1,4	1,3	5,6	17,5	0,50	49
расчётные2	48,0	1,2	1,1	5,4	16,3	0,52	41
среднее	46,3	1,23	1,17	5,4	15,7	0,47	47,0
Тулайковская золотистая							
без удобрений	44,6	1,0	1,0	4,9	14,7	0,39	51
расчётные1	46,4	1,0	1,0	5,4	17,9	0,52	46
расчётные2	47,2	1,0	1,0	5,5	16,5	0,51	39
среднее	46,1	1,0	1,0	4,3	16,4	0,47	45,3
Тулайковская остистая							
без удобрений	46,7	1,1	1,1	5,2	17,0	0,52	48
расчётные1	49,8	1,2	1,2	5,9	18,7	0,54	55
расчётные2	53,7	1,1	1,1	5,2	18,8	0,54	55
среднее	50,1	1,13	1,13	5,4	18,2	0,51	52,7

Влияние доз удобрений на урожайность сортов яровой мягкой пшеницы
(2007г.)

Сорт	Дозы удобрений	Урожайность, т/га	Прибавки урожая			
			от удобрений		от сорта	
			т/га	%	т/га	%
Тулайковская 5	без удобрений	1,01	-	-	-	-
	расчётные1	1,29	0,28	27,7	-	-
	расчётные2	1,00	-0,01	-	-	-
	среднее	1,10	0,135	13,4	-	-
Тулайковская 10	без удобрений	1,07	-	-	0,06	5,9
	расчётные1	1,50	0,43	40,2	0,21	16,3
	расчётные2	0,97	-0,10	-	-0,03	-
	среднее	1,18	0,165	15,4	0,08	7,3
Тулайковская 100	без удобрений	1,16	-	-	0,15	14,9
	расчётные1	1,32	0,16	13,8	0,03	2,3
	расчётные2	0,94	-0,22	-	-0,06	-
	среднее	1,14	-0,03	-	0,04	3,6
Тулайковская золотистая	без удобрений	0,97	-	-	-0,04	-
	расчётные1	1,13	0,16	16,5	-0,16	-
	расчётные2	0,92	-0,05	-	-0,08	-
	среднее	1,01	0,055	5,7	-0,09	-
Тулайковская остистая	без удобрений	1,27	-	-	0,26	25,7
	расчётные1	1,41	0,14	11,0	0,12	9,3
	расчётные2	1,12	-0,15	-	0,12	12,0
	среднее	1,27	0,0	-	0,17	15,5

НСР₀₅ (варианты)= 0,27 т/га

НСР₀₅ (сорта)= 0,16 т/га

НСР₀₅ (удобрения)= 0,12 т/га

Влияние доз удобрений на урожайность сортов яровой мягкой пшеницы
(2008г.)

Сорт	Дозы удобрений	Урожайность, т/га	Прибавки урожая			
			от удобрений		от сорта	
			т/га	%	т/га	%
Тулайковская 5	без удобрений	1,02	-	-	-	-
	расчётные1	1,40	0,38	37,3	-	-
	расчётные2	1,67	0,65	63,7	-	-
	среднее	1,36	0,515	50,5	-	-
Тулайковская 10	без удобрений	1,18	-	-	0,16	15,7
	расчётные1	1,56	0,38	32,2	0,16	11,4
	расчётные2	1,84	0,66	55,9	0,17	10,2
	среднее	1,53	0,52	44,1	0,17	12,5
Тулайковская 100	без удобрений	1,32	-	-	0,30	29,4
	расчётные1	1,71	0,39	29,5	0,31	22,1
	расчётные2	1,97	0,65	49,2	0,30	18,0
	среднее	1,67	0,52	26,5	0,31	22,8
Тулайковская золотистая	без удобрений	1,07	-	-	0,05	4,9
	расчётные1	1,40	0,33	30,8	0,00	0,0
	расчётные2	1,68	0,61	57,0	0,01	0,6
	среднее	1,38	0,47	28,0	0,02	1,5
Тулайковская остистая	без удобрений	1,14	-	-	0,12	11,8
	расчётные1	1,53	0,39	34,2	0,13	9,3
	расчётные2	1,85	0,71	62,2	0,18	10,8
	среднее	1,51	0,55	48,2	0,15	11,0

НСР₀₅ (варианты)= 0,24 т/га

НСР₀₅ (сорта)= 0,14 т/га

НСР₀₅ (удобрения)= 0,11 т/га

Влияние доз удобрений на урожайность сортов яровой мягкой пшеницы
(2009г.)

Сорт	Дозы удобрений	Урожайность, т/га	Прибавки урожая			
			от удобрений		от сорта	
			т/га	%	т/га	%
Тулайковская 5	без удобрений	0,29	-	-	-	-
	расчётные1	0,38	0,09	31,0	-	-
	расчётные2	0,31	0,02	6,9	-	-
	среднее	0,33	0,055	19,0	-	-
Тулайковская 10	без удобрений	0,42	-	-	0,13	44,8
	расчётные1	0,53	0,11	26,2	0,15	39,5
	расчётные2	0,50	0,08	19,0	0,19	61,3
	среднее	0,48	0,095	22,6	0,15	45,5
Тулайковская 100	без удобрений	0,45	-	-	0,16	55,2
	расчётные1	0,62	0,17	37,8	0,24	63,2
	расчётные2	0,59	0,14	31,1	0,28	90,3
	среднее	0,56	0,155	34,4	0,23	70,0
Тулайковская золотистая	без удобрений	0,34	-	-	0,05	17,2
	расчётные1	0,42	0,08	23,5	0,04	10,5
	расчётные2	0,37	0,03	8,8	0,06	19,4
	среднее	0,38	0,055	16,2	0,05	15,2
Тулайковская остистая	без удобрений	0,33	-	-	0,04	13,8
	расчётные1	0,44	0,11	33,3	0,06	15,8
	расчётные2	0,47	0,14	42,4	0,16	51,6
	среднее	0,41	0,125	37,9	0,08	24,2

НСР₀₅ (варианты)= 0,12 т/га

НСР₀₅ (сорта)= 0,12 т/га

НСР₀₅ (удобрения)= 0,07 т/га

Экономическая эффективность сортов яровой мягкой пшеницы на 1га
(2007г.)

Сорта	Дозы удобрений	Стоимость продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Условный чистый доход, руб.	Уровень рентабельности, %
Тулайковская 5 (st)	без удобрений	4545	3412	1133	33,2
	расчётные1	5805	4321	1484	34,3
	расчётные2	4500	6298	-1798	-
	среднее	4950	4677	273	5,8
Тулайковская 10	без удобрений	4815	3412	1403	41,1
	расчётные1	6750	4331	2419	55,9
	расчётные2	4365	6298	-1933	-
	среднее	5310	4680	630	13,5
Тулайковская 100	без удобрений	5220	3422	1798	52,5
	расчётные1	5940	4321	1619	37,5
	расчётные2	4230	6298	-2068	-
	среднее	5130	4680	450	9,6
Тулайковская золотистая	без удобрений	4365	3412	953	27,9
	расчётные1	5085	4316	769	17,8
	расчётные2	4140	6293	-2153	-
	среднее	4530	4674	-144	-
Тулайковская остистая	без удобрений	5715	3427	2288	66,8
	расчётные1	6345	4331	2014	46,5
	расчётные2	5040	6303	-1263	-
	среднее	5700	4687	1013	21,6

Экономическая эффективность сортов яровой мягкой пшеницы на 1га
(2008г.)

Сорта	Дозы удобрений	Стоимость продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Условный чистый доход, руб.	Уровень рентабельности, %
Тулайковская 5 (st)	без удобрений	5100	5156	-56	-
	расчётные1	7000	6324	676	10,7
	расчётные2	8350	7772	578	7,4
	среднее	6817	6417	400	6,2
Тулайковская 10	без удобрений	5900	5165	735	14,2
	расчётные1	7800	6330	1470	23,2
	расчётные2	9200	7785	1415	18,2
	среднее	7633	6427	1206	18,8
Тулайковская 100	без удобрений	6600	5176	1424	27,5
	расчётные1	8550	6344	2206	34,8
	расчётные2	9850	7792	2058	26,4
	среднее	7500	6437	1063	16,5
Тулайковская золотистая	без удобрений	5350	5156	194	3,8
	расчётные1	7000	6324	676	10,7
	расчётные2	8400	7772	628	8,1
	среднее	6917	6417	500	7,8
Тулайковская остистая	без удобрений	5700	5160	540	10,5
	расчётные1	7650	6330	1320	20,9
	расчётные2	9250	7785	1465	18,8
	среднее	7533	6425	1108	17,2

Экономическая эффективность сортов яровой мягкой пшеницы на 1 га
(2009г.)

Сорта	Дозы удобрений	Стоимость продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Условный чистый доход, руб.	Уровень рентабельности, %
Тулайковская 5 (st)	без удобрений	1247	4701	-3460	-
	расчётные1	1634	6164	-4530	-
	расчётные2	1333	7672	-6339	-
	среднее	1405	6179	-4774	-
Тулайковская 10	без удобрений	1806	4710	-2904	-
	расчётные1	2279	6175	-3896	-
	расчётные2	2150	7680	-5530	-
	среднее	2078	6188	-4110	-
Тулайковская 100	без удобрений	1935	4710	-2775	-
	расчётные1	2666	6180	-3514	-
	расчётные2	2537	7685	-5148	-
	среднее	2379	6192	-3813	-
Тулайковская золотистая	без удобрений	1462	4705	-3243	-
	расчётные1	1806	6164	-4358	-
	расчётные2	1591	7675	-6084	-
	среднее	1620	6181	-4561	-
Тулайковская остистая	без удобрений	1419	4703	-3284	-
	расчётные1	1892	6170	-4278	-
	расчётные2	2021	7680	-5659	-
	среднее	1777	6184	-4407	-

Элементы структуры урожая сортов ярового ячменя (2007г.)

Варианты	Высота, см	Коэффициент кустистости		Длина колоса, см	Кол-во зёрен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г	Выход зерна, Кхоз
		общей	продуктивной				
Прерия							
без удобрений	59,5	1,90	1,21	6,5	22,7	0,74	54
расчётные1	63,8	2,10	1,29	6,7	25,0	0,86	50
расчётные2	71,2	2,80	1,20	7,1	25,2	0,87	47
Безенчукский 2							
без удобрений	68,2	2,00	1,24	6,0	23,5	0,86	59
расчётные1	69,1	2,20	1,30	6,7	27,0	1,00	59
расчётные2	70,0	2,40	1,22	7,6	26,0	0,88	54
Беркут							
без удобрений	61,9	2,40	1,58	5,3	23,7	0,75	60
расчётные1	63,0	2,80	1,60	5,7	24,2	0,80	58
расчётные2	66,3	3,1	1,53	6,1	25,3	0,79	48
Ястреб							
без удобрений	60,0	2,30	1,42	6,3	23,0	0,71	54
расчётные1	63,2	2,40	1,43	6,5	25,0	0,80	55
расчётные2	72,0	2,60	1,51	6,8	25,3	0,80	47
Орлан							
без удобрений	63,3	2,60	1,27	5,7	21,8	0,67	58
расчётные1	67,5	2,70	1,36	5,8	23,0	0,74	57
расчётные2	67,6	2,80	1,28	5,9	24,1	0,75	57

Элементы структуры урожая сортов ярового ячменя (2008г.)

Варианты	Высота, см	Коэффициент кустистости		Длина колоса, см	Кол-во зёрен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г	Выход зерна, Кхоз
		общей	продуктивной				
Прерия							
без удобрений	63,1	1,8	1,8	6,0	12,6	0,43	48
расчётные1	64,9	1,9	1,9	6,5	13,8	0,51	51
расчётные2	65,1	2,0	1,9	6,8	15,0	0,54	50
Безенчукский 2							
без удобрений	63,5	1,9	1,9	6,4	12,4	0,42	45
расчётные1	66,5	2,8	2,0	7,1	13,7	0,51	53
расчётные2	67,0	2,7	2,0	7,6	14,4	0,52	53
Беркут							
без удобрений	58,8	2,8	1,9	6,6	12,5	0,42	44
расчётные1	64,3	2,7	2,0	6,7	13,3	0,50	49
расчётные2	66,7	2,6	2,1	6,8	14,0	0,52	38
Ястреб							
без удобрений	58,7	1,9	1,9	6,6	12,5	0,43	46
расчётные1	62,7	2,3	2,0	6,7	13,2	0,51	48
расчётные2	66,4	2,5	2,0	7,1	14,5	0,54	38
Орлан							
без удобрений	54,7	2,3	2,1	6,3	13,2	0,46	45
расчётные1	60,8	2,5	2,2	6,7	13,9	0,52	50
расчётные2	62,1	2,5	2,2	6,8	14,7	0,55	57

Элементы структуры урожая сортов ярового ячменя (2009г.)

Варианты	Высота, см	Коэффициент кустистости		Длина колоса, см	Кол-во зёрен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г	Выход зерна, Кхоз
		общей	продуктивной				
Прерия							
без удобрений	38,1	1,1	1,1	4,1	6,2	0,19	43
расчётные1	39,4	1,2	1,1	4,8	8,7	0,32	50
расчётные2	40,7	1,4	1,3	4,8	9,5	0,36	50
Безенчукский 2							
без удобрений	37,5	1,0	1,0	5,0	9,8	0,31	45
расчётные1	39,7	1,1	1,1	5,4	10,7	0,38	56
расчётные2	41,0	1,3	1,3	5,6	11,2	0,40	50
Беркут							
без удобрений	37,8	1,4	1,1	4,7	10,2	0,39	63
расчётные1	38,3	1,6	1,5	5,0	10,6	0,40	64
расчётные2	39,4	1,9	1,6	5,5	10,6	0,41	58
Ястреб							
без удобрений	38,6	1,0	1,0	5,6	10,3	0,34	45
расчётные1	39,0	1,1	1,1	6,1	10,4	0,38	56
расчётные2	40,6	1,2	1,1	5,9	10,2	0,30	38
Орлан							
без удобрений	34,6	1,1	1,1	4,7	8,1	0,27	48
расчётные1	37,5	1,3	1,1	4,8	11,8	0,36	50
расчётные2	37,8	1,4	1,1	4,9	7,6	0,20	37

Влияние доз удобрений на урожайность сортов ярового ячменя (2007г.)

Сорт	Дозы удобрений	Урожайность, т/га	Прибавки урожая			
			от удобрений		от сорта	
			т/га	%	т/га	%
Прерия	без удобрений	1,46	-	-	-	-
	расчётные1	1,70	0,24	16,4	-	-
	расчётные2	1,60	0,14	9,6	-	-
Безенчукский 2	без удобрений	1,57	-	-	0,11	7,5
	расчётные1	1,81	0,24	15,3	0,11	6,5
	расчётные2	1,77	0,20	12,7	0,17	10,6
Беркут	без удобрений	1,91	-	-	0,45	30,8
	расчётные1	2,23	0,32	16,8	0,53	31,2
	расчётные2	2,07	0,16	8,4	0,47	29,4
Ястреб	без удобрений	1,83	-	-	0,37	25,3
	расчётные1	2,11	0,28	15,3	0,41	24,1
	расчётные2	2,08	0,25	13,7	0,48	30,0
Орлан	без удобрений	1,81	-	-	0,35	24,0
	расчётные1	2,12	0,31	17,1	0,42	24,7
	расчётные2	2,05	0,24	13,3	0,45	28,1

НСР₀₅ (сорта)= 0,19 т/га

НСР₀₅ (удобрения)= 0,12 т/га

Влияние доз удобрений на урожайность сортов ярового ячменя (2008г.)

Сорт	Дозы удобрений	Урожайность, т/га	Прибавки урожая			
			от удобрений		от сорта	
			т/га	%	т/га	%
Прерия	без удобрений	2,24	-	-	-	-
	расчётные1	2,81	0,57	25,4	-	-
	расчётные2	2,88	0,64	28,6	-	-
Безенчукский 2	без удобрений	2,25	-	-	0,01	0,4
	расчётные1	2,83	0,58	25,8	0,2	0,7
	расчётные2	2,97	0,72	32,0	0,9	3,1
Беркут	без удобрений	2,40	-	-	0,16	7,1
	расчётные1	2,97	0,57	23,8	0,16	5,7
	расчётные2	3,07	0,67	27,9	0,19	6,6
Ястреб	без удобрений	2,34	-	-	0,10	4,5
	расчётные1	2,92	0,58	24,8	0,11	3,9
	расчётные2	3,21	0,87	37,2	0,33	11,5
Орлан	без удобрений	2,51	-	-	0,27	12,1
	расчётные1	3,42	0,91	36,3	0,61	21,7
	расчётные2	3,52	1,01	40,2	0,64	22,2

НСР₀₅ (сорта)= 0,17 т/га

НСР₀₅ (удобрения)= 0,13 т/га

НСР₀₅ (варианты)=0,30 т/га

Влияние доз удобрений на урожайность сортов ярового ячменя (2009г.)

Сорт	Дозы удобрений	Урожайность, т/га	Прибавки урожая			
			от удобрений		от сорта	
			т/га	%	т/га	%
Прерия	без удобрений	0,34	-	-	-	-
	расчётные1	0,57	0,23	67,6	-	-
	расчётные2	0,70	0,36	105,8	-	-
Безенчукский 2	без удобрений	0,62	-	-	0,28	82,3
	расчётные1	1,01	0,39	62,9	0,44	77,1
	расчётные2	0,84	0,22	35,4	0,14	20,0
Беркут	без удобрений	0,79	-	-	0,45	132,3
	расчётные1	1,14	0,35	44,3	0,57	100,0
	расчётные2	1,15	0,36	45,5	0,45	64,2
Ястреб	без удобрений	0,64	-	-	0,30	88,2
	расчётные1	1,02	0,38	59,3	0,45	78,9
	расчётные2	1,01	0,37	57,8	0,31	44,2
Орлан	без удобрений	0,38	-	-	0,04	11,7
	расчётные1	0,84	0,46	121,0	0,27	47,3
	расчётные2	0,73	0,35	92,1	0,03	4,3

НСР₀₅ (сорта)= 0,10 т/га

НСР₀₅ (удобрения)= 0,06 ц/га

Экономическая эффективность сортов ярового ячменя на 1га (2007г.)

Сорта	Дозы удобрений	Стоимость продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Условный чистый доход, руб.	Уровень рентабельности, %
Прерия	без удобрений	5110,0	3462,0	1648,0	47,6
	расчётные1	5950,0	4540,0	1410,0	31,1
	расчётные2	5600,0	6348,0	-748,0	-
Безенчукский 2	без удобрений	5495,0	3462,0	2033,0	58,7
	расчётные1	6335,0	4540,0	1795,0	39,5
	расчётные2	6195,0	6348,0	-153,0	-
Беркут	без удобрений	6685,0	3462,0	3223,0	93,1
	расчётные1	7805,0	4540,0	3265,0	71,9
	расчётные2	7245,0	6348,0	897,0	14,1
Ястреб	без удобрений	6405,0	3462,0	2943,0	85,0
	расчётные1	7385,0	4540,0	2845,0	62,7
	расчётные2	7250,0	6348,0	902,0	14,2
Орлан	без удобрений	6335,0	3462,0	2873,0	83,0
	расчётные1	7420,0	4540,0	2880,0	63,4
	расчётные2	7175,0	6348,0	827,0	13,0

Экономическая эффективность сортов ярового ячменя на 1га (2008г.)

Сорта	Дозы удобрений	Стоимость продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Условный чистый доход, руб.	Уровень рентабельности, %
Прерия	без удобрений	8960,0	5236,0	3724,0	71,1
	расчётные1	11240,0	6424,0	4816,0	75,0
	расчётные2	11520,0	7822,0	3698,0	47,3
Безенчукский 2	без удобрений	9000,0	5236,0	3764,0	71,9
	расчётные1	11320,0	6424,0	4896,0	76,2
	расчётные2	11880,0	7822,0	4058,0	51,9
Беркут	без удобрений	9600,0	5236,0	4364,0	83,3
	расчётные1	11880,0	6424,0	5456,0	84,9
	расчётные2	12280,0	7822,0	4458,0	57,0
Ястреб	без удобрений	9360,0	5236,0	4124,0	78,8
	расчётные1	11680,0	6424,0	5256,0	81,8
	расчётные2	12840,0	7822,0	5018,0	64,2
Орлан	без удобрений	10040,0	5236,0	4804,0	91,7
	расчётные1	13680,0	6424,0	7256,0	113,0
	расчётные2	14080,0	7822,0	6258,0	80,0

Экономическая эффективность сортов ярового ячменя на 1га (2009г.)

Сорта	Дозы удобрений	Стоимость продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Условный чистый доход, руб.	Уровень рентабельности, %
Прерия	без удобрений	1190,0	4716,0	-3526,0	-
	расчётные1	1995,0	6194,0	-4199,0	-
	расчётные2	2450,0	7702,0	-5252,0	-
Безенчукский 2	без удобрений	2170,0	4716,0	-2546,0	-
	расчётные1	3535,0	6194,0	-2659,0	-
	расчётные2	2940,0	7702,0	-4762,0	-
Беркут	без удобрений	2765,0	4716,0	-1951,0	-
	расчётные1	3990,0	6194,0	-2204,0	-
	расчётные2	4025,0	7702,0	-3677,0	-
Ястреб	без удобрений	2240,0	4716,0	-2476,0	-
	расчётные1	3570,0	6194,0	-2624,0	-
	расчётные2	3535,0	7702,0	-4167,0	-
Орлан	без удобрений	1330,0	4716,0	-3386,0	-
	расчётные1	2940,0	6194,0	-3254,0	-
	расчётные2	2555,0	7702,0	-5147,0	-

Содержание макроструктуры (10-0,25 мм) в зернопаропропашном
севообороте весной в слое 0-30 см, % (2000-2010 гг.)

Годы	Технологические системы обработки почвы и посева					НСР ₀₅
	1	2	3	4	5	
2000	74,0	69,9	70,8	69,1	67,1	2,15
2001	74,2	73,7	74,3	77,3	75,2	2,10
2002	72,6	65,7	68,4	71,2	73,9	6,53
2003	63,8	61,8	69,9	65,4	71,9	4,17
2004	69,6	73,3	72,3	69,0	69,7	3,25
2005	66,5	66,5	73,4	71,2	67,4	1,68
2006	45,3	55,7	56,6	56,4	51,0	6,13
2007	62,1	67,4	62,2	60,2	64,5	7,51
2008	61,5	62,4	60,0	64,9	60,9	5,86
2009	55,6	54,9	61,9	57,0	56,0	2,60
2010	61,4	58,1	71,7	67,4	64,1	7,14
Среднее	64,3	64,5	67,4	66,3	65,6	4,47

Коэффициент структурности почвы парового поля при разных технологических системах обработки почвы и посева

Годы	Слои почвы, см	Технологические системы				
		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
2000	0-10	3,39	3,13	3,85	3,24	2,04
	10-20	2,62	2,14	2,19	2,13	2,06
	20-30	2,65	1,92	1,81	1,69	2,02
	0-30	2,85	2,32	2,42	2,24	2,04
2001	0-10	2,80	2,89	2,83	3,09	2,98
	10-20	2,98	3,02	2,83	3,42	2,88
	20-30	2,95	2,56	3,05	3,76	3,27
	0-30	2,88	2,80	2,89	3,41	3,03
2002	0-10	2,24	1,79	2,16	2,12	2,94
	10-20	2,89	2,27	2,31	2,75	2,70
	20-30	2,89	1,76	2,03	2,58	2,86
	0-30	2,65	1,92	2,16	2,47	2,83
2003	0-10	2,07	1,94	2,46	1,95	2,55
	10-20	1,50	1,46	2,79	1,62	2,86
	20-30	1,79	1,50	1,85	2,13	2,33
	0-30	1,76	1,62	2,32	1,89	2,56
2004	0-10	2,80	2,91	2,40	2,57	2,66
	10-20	2,42	2,76	2,86	2,14	2,13
	20-30	1,92	2,55	2,58	2,05	2,15
	0-30	2,29	2,75	2,61	2,23	2,30
2005	0-10	2,85	2,11	3,08	2,64	2,51
	10-20	1,49	2,05	2,44	2,39	1,84
	20-30	1,92	1,79	2,77	2,39	1,93
	0-30	2,00	1,94	2,75	2,47	2,07
2006	0-10	1,15	1,46	2,09	1,44	1,38
	10-20	0,71	1,34	1,05	1,19	0,89
	20-30	0,70	1,02	1,04	1,26	0,92
	0-30	0,83	1,26	1,30	1,29	1,04
2007	0-10	1,75	1,81	1,52	1,53	1,69
	10-20	1,45	2,25	1,60	1,67	1,72
	20-30	1,74	2,17	1,86	1,36	2,09
	0-30	1,64	2,06	1,65	1,51	1,82
2008	0-10	1,65	1,68	1,59	1,84	1,36
	10-20	1,74	1,68	1,48	2,13	1,54
	20-30	1,43	1,63	1,43	1,61	1,81
	0-30	1,60	1,66	1,50	1,85	1,56

продолжение приложения 40

1	2	3	4	5	6	7
2009	0-10	1,53	1,18	2,06	1,38	1,62
	10-20	0,92	1,21	1,61	1,23	1,29
	20-30	1,41	1,26	1,60	1,50	1,00
	0-30	1,25	1,22	1,62	1,33	1,27
2010	0-10	1,96	1,18	3,00	2,85	1,82
	10-20	1,47	1,34	2,02	1,59	1,54
	20-30	1,41	1,70	2,76	2,02	2,04
	0-30	1,59	1,39	2,53	1,95	1,79
Среднее за 2000- 2010гг.	0-10	2,07	1,87	2,34	2,12	2,04
	10-20	1,65	1,85	1,99	1,88	1,82
	20-30	1,72	1,73	1,92	1,91	1,88
	0-30	1,80	1,82	2,08	1,97	1,91

Плотность почвы в слое 0-30 см весной при разных технологических системах обработки почвы и посева, г/см³

Культуры, поля	Годы	Технологические системы					НСР ₀₅
		1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7	8
Чистый пар	2000	0,98	1,01	1,09	1,02	1,08	0,057
	2001	0,92	0,95	0,98	0,99	0,99	0,047
	2002	1,10	1,13	1,05	1,12	1,09	0,048
	2003	1,07	1,05	1,03	1,04	1,08	0,048
	2004	1,06	1,05	1,04	1,09	1,06	0,069
	2005	1,09	1,03	0,93	1,01	0,97	0,047
	2006	1,17	1,14	1,05	1,11	1,13	0,062
	2007	1,09	1,05	1,03	1,04	1,04	0,040
	2008	1,16	1,09	1,07	1,10	1,15	0,069
	2009	1,17	1,08	1,00	1,07	1,04	0,075
	2010	1,06	1,10	1,05	1,08	1,06	0,048
	Среднее	1,08	1,07	1,03	1,06	1,06	0,055
Озимая пшеница	2000	1,07	1,13	1,14	1,07	1,07	0,037
	2001	1,13	1,15	1,19	1,16	1,15	0,054
	2002	1,13	1,22	1,19	1,19	1,11	0,046
	2003	1,10	1,08	1,02	1,06	1,11	0,049
	2004	1,16	1,18	1,07	1,12	1,18	0,056
	2005	1,03	1,01	1,06	1,02	0,99	0,049
	2006	1,09	1,03	0,95	1,04	0,97	0,059
	2007	1,20	1,16	1,08	1,17	1,15	0,084
	2008	1,13	1,16	1,08	1,14	1,12	0,043
	2009	1,11	1,09	1,00	1,08	1,08	0,068
	2010	1,12	1,10	1,04	1,05	1,04	0,069
	Среднее	1,12	1,12	1,08	1,10	1,09	0,056
Горох + овёс	2000	1,07	1,08	1,10	1,10	1,08	0,038
	2001	0,98	0,96	1,06	1,07	1,00	0,021
	2002	1,03	0,99	0,99	1,03	1,01	0,048
	2003	0,97	1,06	1,01	0,98	1,03	0,069
	2004	1,14	1,10	1,07	1,12	1,14	0,069
	2005	1,06	1,07	1,03	1,07	1,09	0,049
	2006	0,98	0,98	0,97	0,93	0,99	0,049
	2007	1,08	1,16	1,10	1,11	1,13	0,060
	2008	1,14	1,08	1,04	1,06	1,08	0,049
	2009	1,10	1,07	1,01	1,07	1,10	0,068
	2010	1,14	1,17	1,11	1,11	1,08	0,069
	Среднее	1,06	1,07	1,04	1,07	1,07	0,054

продолжение приложения 41

1	2	3	4	5	6	7	8
Заключительное поле	2000	1,07	1,07	1,07	1,06	1,08	0,038
	2001	0,99	1,07	1,04	1,03	1,02	0,028
	2002	1,03	1,04	0,97	0,99	0,99	0,048
	2003	1,14	1,09	1,07	1,09	1,10	0,031
	2004	1,10	1,06	1,03	1,12	1,08	0,040
	2005	0,99	1,04	1,04	1,06	1,02	0,048
	2006	1,07	1,07	0,99	1,05	1,02	0,068
	2007	1,18	1,12	1,10	1,18	1,12	0,069
	2008	1,12	1,11	1,05	1,10	1,08	0,049
	2009	1,11	1,09	1,05	1,11	1,05	0,083
	2010	1,02	0,96	0,98	1,04	1,07	0,065
	Среднее	1,07	1,06	1,04	1,08	1,06	0,052
Среднее по севообороту		1,08	1,08	1,05	1,08	1,07	0,053

Корреляционная взаимосвязь (средняя и существенная) плотности почвы, г/см³ (0-30 см) весной на посевах озимой пшеницы с показателями при разных технологических системах обработки почвы посева (2000-2010)

Показатели	Технологические системы				
	1	2	3	4	5
1. Количество осадков (мм), за период:					
- предшествующий с.-х. год	0,23	0,56	0,39	0,54	0,37
- сентябрь-апрель	-0,06	0,04	0,59	0,25	0,11
2. Температура воздуха (°С), за период:					
- сентябрь-октябрь	-0,07	-0,49	-0,72*	-0,58	-0,52
- сентябрь-апрель	0,41	0,64*	0,68*	0,69*	0,45
- апрель	0,08	0,22	0,52	0,22	0,03
- май	-0,12	-0,45	-0,45	-0,31	-0,16
3. Относительная влажность воздуха (%) за период					
- апрель	-0,16	-0,57	-0,56	-0,53	-0,33
4. Агрофизические, - химические свойства почвы					
-запасы продуктивной влаги осенью, мм (0-100 см)	0,53	-0,08	-0,43	0,24	0,34
- запасы прод. влаги весной, мм (0-100 см)	0,32	-0,47	0,06	-0,05	-0,11
- содержание P ₂ O ₅ весной, мг/кг (0-30 см)	-0,73*	-0,46	0,45	0,01	-0,41
-общая кол-ая засорённость сорняками, шт/м ² (перед уборкой)	0,55	-0,07	-0,15	0,14	0,28
- кол-ая засорённость мног. сорняками, шт/м ² (перед уборкой)	-0,34	0,04	-0,35	0,45	-0,03
5. Элементы структуры урожая:					
- общая кустистость	0,31	0,43	0,04	0,40	0,48
- продуктивная кустистость	0,34	0,41	0,12	0,36	0,47
- количество зёрен с колоса, шт.	-0,51	0,05	0,13	-0,08	-0,28
-масса зерна с колоса, г	-0,44	0,17	0,42	0,19	-0,16
6. Качество и урожай зерна					
- масса 1000 зерен, г	0,13	0,75**	0,61*	0,51	0,49
- содержание белка, %	0,48	-0,18	-0,36	0,12	0,40
-урожайность, т/га	-0,09	0,27	0,45	0,20	0,18

Корреляционная взаимосвязь (средняя и существенная) плотности почвы, г/см³ (0-30 см) весной на посевах яровых зерновых (закл. поле севооборота) с показателями при разных технологических системах обработки почвы и посева (2000-2010)

Показатели	Технологические системы				
	1	2	3	4	5
1. Количество осадков (мм), за период:					
- сентябрь-апрель	-0,27	0,17	0,42	-0,02	-0,05
- май-июнь	0,37	0,54	0,63*	0,24	0,30
2. Температура воздуха (°С), за период:					
- предшествующий с.-х. год	-0,31	-0,03	-0,12	-0,45	-0,34
- май-июнь	-0,16	-0,45	-0,23	0,18	0,03
3. Агрофизические, -химические свойства почвы					
-запасы продуктивной влаги весной, мм (0-100 см)	-0,22	0,48	0,38	0,11	-0,23
- общая кол-венная засорённость сорняками, шт/м ² (перед уборкой)	0,61*	0,53	0,40	0,79**	0,58
- кол-венная засорённость посевов мног. Сорняками, шт/м ² (перед уборкой)	-0,20	-0,23	0,54	0,52	0,45
4. Элементы структуры урожая:					
- масса зерна с колоса, г	-0,36	0,17	-0,17	-0,51	-0,57
- масса зерна с растения, г	-0,40	0,20	-0,07	-0,49	-0,44
5. Качество зерна					
- натура зерна, г/л	0,30	0,74*	0,62*	0,54	0,14
- содержание белка, %	0,24	-0,43	-0,33	0,15	-0,01
- урожайность, т/га	-0,13	0,42	0,13	-0,30	-0,14

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Послойное сопротивление пенетрации почвы в период посева яровых при разных технологических системах обработки почвы и посева, КПа

Годы	1				2				3				4				5			
	0-10	0-30	30-60	0-60	0-10	0-30	30-60	0-60	0-10	0-30	30-60	0-60	0-10	0-30	30-60	0-60	0-10	0-30	30-60	0-60
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Чистый пар																				
2007	105	175	847	511	175	249	747	498	502	622	972	797	514	739	1065	902	280	537	1045	791
2008	292	358	1070	714	304	463	1089	776	898	1116	1318	1217	245	657	1315	986	654	995	1478	1237
2009	198	378	1427	902	210	552	1369	961	560	988	1486	1237	560	1050	1762	1406	490	860	1653	1257
2010	187	696	1785	1241	339	887	1614	1251	654	1408	2419	1914	583	1287	2026	1657	642	1466	2439	1953
среднее	196	402	1282	842	257	538	1205	872	654	1034	1549	1292	476	933	1542	1238	517	965	1654	1310
Озимая пшеница																				
2007	397	475	1012	744	361	505	797	651	537	662	934	798	374	595	903	749	292	514	1050	782
2008	1808	1948	1634	1791	1284	1610	1641	1626	1237	1451	1412	1431	1179	1568	1606	1587	1190	1707	1746	1727
2009	2450	2353	2217	2285	2042	2213	2263	2238	1050	1653	1988	1821	1692	2217	2353	2285	1692	2108	2299	2203
2010	759	1887	2703	2295	700	2022	2820	2421	677	2326	3228	2777	641	2217	3190	2704	700	2178	3034	2606
среднее	1354	1666	1892	1779	1097	1588	1880	1734	875	1523	1891	1707	972	1649	2013	1831	969	1627	2032	1830
Просо																				
2007	175	249	867	558	385	529	925	727	467	685	1027	856	385	599	957	778	280	522	1007	765
2008	350	490	1112	801	688	813	1206	1010	852	988	1221	1105	957	1062	1210	1136	758	984	1493	1239
2009	269	630	1536	1083	759	1058	1544	1301	607	1019	1591	1305	794	1198	1801	1500	852	1140	1797	1469

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
2010	234	541	1532	1037	618	1310	1921	1616	793	1625	2427	2026	618	1327	2128	1728	654	1346	2159	1753
среднее	257	478	1262	870	613	928	1399	1164	680	1079	1567	1323	689	1047	1524	1286	636	998	1614	1306
Яровая пшеница																				
2007	257	284	852	568	397	560	899	730	420	619	1035	827	317	587	949	768	420	657	1047	852
2008	82	346	1143	745	374	603	1066	835	781	1019	1101	1060	443	840	1256	1048	490	704	1280	992
2009	327	588	1470	1029	677	984	1412	1198	537	961	1626	1294	875	1167	1707	1437	525	899	1525	1212
2010	852	1451	2042	1747	654	1303	2334	1819	525	1711	2602	2157	642	1548	2474	2011	700	2023	2859	2441
среднее	380	667	1377	1022	526	863	1428	1146	566	1078	1591	1335	569	1036	1597	1317	534	1071	1678	1375
Горох + овёс																				
2007	222	354	828	591	385	522	863	692	444	724	1155	939	408	704	969	837	199	350	1140	745
2008	292	494	1023	759	455	564	1085	825	374	518	1112	815	490	809	1299	1054	630	782	1377	1080
2009	315	518	1466	992	584	875	1451	1163	467	716	1575	1146	595	1015	1739	1377	502	840	1797	1319
2010	700	1225	1964	1595	700	1478	2038	1758	572	1222	2314	1768	700	1894	2839	2367	793	1489	2400	1945
среднее	382	648	1320	984	531	860	1359	1110	464	795	1539	1167	548	1106	1712	1409	531	865	1679	1272
Яровая пшеница																				
2007	280	397	1015	706	350	525	820	673	350	681	1061	871	403	655	1038	847	362	463	1065	764
2008	152	428	949	689	584	821	1116	969	630	902	1136	1019	408	774	1264	1019	595	809	1354	1082
2009	525	657	1513	1085	525	887	1439	1163	490	793	1486	1140	560	930	1443	1187	677	965	1766	1366
2010	700	1848	2781	2315	700	1886	2688	2287	700	1847	2859	2353	782	1867	2847	2357	700	1738	2559	2149

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
среднее	414	833	1565	1199	540	1030	1516	1273	543	1056	1636	1346	538	1057	1648	1353	584	994	1686	1340
Ячмень																				
2007	105	187	906	546	409	545	899	722	455	615	988	802	327	595	1100	848	373	560	1105	833
2008	257	467	1365	916	385	708	1078	893	420	906	1334	1120	444	743	1116	930	339	658	1353	1006
2009	548	767	1688	1228	618	986	1435	1211	630	1097	1719	1408	607	1012	1548	1280	665	1000	1902	1451
2010	700	1595	2606	2101	700	1843	2781	2312	677	1840	2606	2223	700	2275	3325	2800	700	1983	2684	2334
среднее	403	754	1641	1198	528	1021	1548	1285	546	1115	1662	1389	520	1156	1772	1464	519	1050	1761	1406
Среднее по севообороту	484	778	1477	1128	585	975	1476	1226	618	1097	1634	1366	616	1141	1687	1414	613	1082	1729	1406

Весенние запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы при разных технологических системах обработки почвы и посева, мм

Годы	Технологические системы					НСР ₀₅
	1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7
Чистый пар						
2000	83,5	80,3	101,2	89,4	93,9	12,96
2001	80,7	94,4	91,5	83,3	96,8	17,34
2002	83,4	60,4	100,7	78,5	64,6	9,81
2003	87,6	98,1	117,3	90,7	98,7	12,47
2004	85,7	84,1	70,2	72,6	65,6	14,57
2005	58,6	82,7	90,8	71,5	76,6	6,45
2006	74,2	95,5	127,5	111,1	106,3	15,73
2007	49,4	49,1	69,0	62,0	58,4	12,25
2008	72,0	84,9	104,7	78,1	85,7	8,63
2009	88,6	91,5	101,3	83,9	103,1	13,50
2010	90,1	85,2	69,6	68,7	80,0	7,48
среднее	77,6	82,4	94,9	80,9	84,5	11,93
Озимая пшеница						
2000	106,8	103,4	138,9	136,5	129,1	16,27
2001	81,6	75,6	88,7	97,4	89,3	13,33
2002	76,3	78,9	129,6	92,6	80,3	14,93
2003	71,4	69,2	107,7	81,1	89,1	9,71
2004	124,4	115,8	135,1	105,9	110,3	13,76
2005	97,6	146,5	123,3	112,9	115,7	14,94
2006	78,4	111,3	101,0	91,8	104,5	9,70
2007	119,3	109,1	144,9	115,8	142,9	19,15
2008	74,8	70,8	109,3	81,3	88,8	10,24
2009	95,9	94,1	135,9	110,5	106,0	18,53
2010	108,8	85,1	111,3	122,9	113,5	9,15
среднее	94,1	96,3	120,5	104,4	106,3	13,61
Кукурузу с 2006г. горох + овёс						
2000	86,5	83,7	101,0	106,7	85,8	17,69
2001	77,1	87,7	65,0	81,8	87,5	12,32
2002	60,7	64,0	69,4	71,5	73,4	12,25
2003	108,4	91,2	129,2	106,8	119,6	14,12
2004	75,9	68,3	97,4	79,5	95,6	5,76

1	2	3	4	5	6	7
2005	46,1	59,8	65,7	69,9	49,1	8,63
2006	61,1	96,6	123,9	88,7	83,1	15,93
2007	103,8	93,0	140,7	101,6	124,1	16,64
2008	79,2	104,8	105,6	101,7	110,3	11,87
2009	82,6	100,6	135,8	103,8	124,1	13,66
2010	86,7	109,5	68,1	79,2	61,1	11,52
среднее	78,9	87,2	100,1	90,1	92,2	12,76
Заключительное поле						
2000	88,0	80,9	115,6	109,6	86,4	16,95
2001	89,3	96,1	96,8	89,6	95,9	17,75
2002	96,8	78,2	104,3	77,1	75,4	13,18
2003	89,2	76,5	83,9	79,9	68,7	14,74
2004	86,5	72,7	93,3	72,9	82,2	11,67
2005	86,8	88,0	117,6	85,6	98,5	8,92
2006	69,0	80,3	111,3	98,1	84,8	13,35
2007	67,4	62,2	116,6	93,7	84,9	15,30
2008	80,8	92,3	126,4	101,5	96,5	13,17
2009	79,6	81,7	130,3	82,2	90,9	14,56
2010	60,2	48,6	70,6	75,2	63,1	9,65
среднее	81,2	78,0	106,1	87,8	84,3	13,57
Среднее по севообороту	83,0	86,0	105,4	90,8	91,9	12,97

Содержание NO₃, весной мг/кг почвы при разных технологических системах обработки почвы и посева

Годы	Технологические ситемы				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Чистый пар					
2000	108,1	74,6	97,0	68,2	100,1
2001	31,5	33,6	22,4	23,5	33,4
2003	21,9	37,8	31,0	31,6	41,3
2004	57,6	38,1	28,5	30,2	26,3
2005	46,6	40,9	50,5	43,5	43,5
2006	27,7	24,0	18,0	23,2	21,1
2007	22,9	26,0	12,7	21,3	18,7
2008	21,0	29,9	16,2	18,0	15,8
2009	48,3	33,3	39,8	42,0	41,8
2010	46,9	61,5	61,0	59,5	67,7
Среднее	43,3	40,0	37,7	36,1	41,0
Озимая пшеница					
2000	24,4	20,8	19,0	15,9	17,5
2001	82,7	63,1	56,5	97,6	80,2
2003	52,1	67,0	63,8	56,4	67,0
2004	10,6	8,4	8,7	11,4	9,2
2005	9,8	13,3	8,6	19,9	10,6
2006	44,8	29,4	27,7	65,0	39,9
2007	9,2	9,2	10,0	11,5	14,7
2008	13,3	27,0	36,7	22,6	14,6
2009	11,8	20,3	23,1	11,8	19,5
2010	49,0	50,5	46,7	43,4	56,0
Среднее	30,8	30,9	30,1	35,6	32,9
Горох + овёс					
2000	135,8	110,0	93,3	115,1	104,2
2001	29,6	39,8	37,2	35,0	29,7
2003	36,5	27,0	41,0	30,9	39,8
2004	91,8	93,7	64,8	66,6	56,1
2005	25,6	32,9	31,0	24,9	28,2
2006	9,1	11,1	13,5	10,0	9,1
2007	21,1	15,9	22,1	16,0	17,3
2008	21,4	25,1	29,3	28,8	29,2
2009	29,9	39,7	49,2	30,9	30,4
2010	27,9	46,3	48,1	28,0	33,9
Среднее	42,9	44,2	43,0	38,6	37,8

1	2	3	4	5	6
Яровая пшеница					
2000	111,4	87,6	74,0	90,6	84,2
2001	35,4	22,7	31,4	31,1	44,1
2004	55,8	51,0	58,7	42,0	40,2
2005	32,5	47,0	47,1	33,9	39,8
2006	10,1	11,4	13,2	12,4	10,1
2007	8,9	9,0	9,3	13,0	9,0
2008	30,6	66,1	70,9	43,8	60,4
2009	57,1	39,7	18,4	31,4	59,6
2010	-	-	-	-	-
Среднее	42,7	41,8	40,4	37,3	40,9
Заключительное поле					
2000	94,1	82,4	88,2	78,3	95,5
2001	18,7	29,7	18,8	16,7	21,5
2003	25,1	32,0	36,9	30,3	35,0
2004	59,8	47,0	60,0	56,3	53,0
2005	29,0	27,5	27,0	23,1	27,2
2006	28,1	14,9	16,8	14,3	15,4
2007	17,8	34,8	26,8	39,9	32,8
2008	36,4	90,1	51,9	65,0	55,1
2009	14,9	25,3	24,1	22,1	25,9
2010	50,3	58,0	72,7	61,2	77,8
Среднее	37,4	44,2	42,3	40,7	43,9
Среднее по севообороту	39,4	40,2	38,7	37,7	39,3

Содержание P₂O₅, мг/кг почвы весной при разных технологических системах обработки почвы и посева

Годы	Технологические системы					НСР ₀₅
	1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7
Чистый пар						
2000	185	197	242	196	211	30,0
2001	142	156	145	162	140	18,3
2003	164	180	207	197	169	19,6
2004	177	231	222	216	196	26,0
2005	171	196	203	193	192	14,4
2006	155	223	201	210	186	30,5
2007	154	181	190	201	170	19,9
2008	132	148	170	164	131	10,3
2009	195	176	162	164	192	14,7
2010	149	171	195	199	159	16,3
Среднее	162	186	194	190	175	20,0
Озимая пшеница						
2000	183	193	202	172	231	27,9
2001	177	200	206	204	210	10,4
2003	148	180	211	178	159	28,0
2004	151	162	177	165	155	15,7
2005	184	221	204	194	217	31,7
2006	167	195	177	168	172	20,1
2007	137	171	183	183	159	20,2
2008	153	196	200	185	160	30,7
2009	181	187	160	179	209	14,6
2010	174	228	193	215	199	18,3
Среднее	166	193	191	184	187	21,8
Горох + овёс (кукуруза до 2005 г.)						
2000	172	180	202	190	169	21,3
2001	170	198	222	210	188	19,8
2003	178	221	196	202	192	30,2
2004	193	204	221	215	175	11,3
2005	159	224	215	207	172	23,9
2006	155	174	182	183	146	31,0
2007	152	164	187	171	155	20,7
2008	182	205	191	203	172	21,5
2009	160	168	183	175	188	14,4
2010	145	175	180	200	199	16,0
Среднее	167	191	198	196	176	21,0

1	2	3	4	5	6	7
Яровая пшеница						
2000	162	191	210	181	158	26,1
2001	161	178	181	209	191	15,7
2004	152	204	200	207	174	13,8
2005	159	194	213	199	158	9,5
2006	155	163	171	214	143	10,2
2007	139	153	165	168	137	18,9
2008	146	162	175	178	141	7,2
2009	241	212	210	230	241	27,5
2010	-	-	-	-	-	-
Среднее	164	182	191	198	168	16,1
Заключительное поле						
2000	149	152	188	163	162	22,1
2001	162	156	163	170	162	3,3
2003	186	251	228	218	196	28,7
2004	143	178	173	158	155	28,9
2005	170	203	180	173	170	24,1
2006	149	198	181	180	168	28,7
2007	143	172	167	162	138	12,2
2008	135	149	163	189	152	23,8
2009	153	156	203	198	167	31,1
2010	163	175	212	185	175	17,5
Среднее	155	179	186	180	165	22,0
Среднее по севообороту	163	186	192	190	174	20,2

Содержание P_2O_5 , мг/кг почвы в заключительном поле севооборота, после
уборки

Годы	Технологические системы обработки почвы и посева					НСР ₀₅
	1	2	3	4	5	
0-30 см						
2000	167	189	200	183	181	27,4
2001	132	147	187	145	125	25,3
2002	150	147	156	167	143	21,7
2003	168	189	203	192	178	11,0
2004	169	212	216	165	174	40,3
2005	159	182	205	199	172	9,0
2006	161	199	166	178	166	11,4
2007	154	133	148	144	198	18,5
2008	148	144	182	169	130	28,1
2009	172	184	210	181	144	5,4
2011	146	161	188	150	201	26,8
Среднее	157	172	187	170	165	20,4
30-60 см						
2001	100	102	103	108	87	14,4
2002	124	117	135	158	108	30,1
2003	126	149	109	107	133	22,8
2004	132	138	108	77	133	22,9
2005	130	131	138	101	117	15,4
2006	128	121	99	80	85	14,2
2007	119	74	101	119	151	14,9
2008	107	109	105	90	64	25,0
2009	148	136	158	122	124	20,3
2011	109	127	106	73	140	23,4
Среднее	122	120	116	103	114	20,3
0-60 см						
2001	116	124	145	127	106	12,6
2002	137	132	146	163	126	24,9
2003	147	169	156	149	156	15,2
2004	150	175	162	121	154	26,3
2005	144	156	171	150	144	16,5
2006	145	160	133	129	125	17,9
2007	137	104	124	131	175	9,7
2008	127	126	143	129	97	27,6
2009	160	160	184	151	134	6,5
2011	127	144	147	111	170	19,9
Среднее	139	145	151	136	139	17,7

Содержание K_2O_5 , мг/кг почвы весной при разных технологических системах обработки почвы и посева

Годы	Технологические системы					НСР ₀₅
	1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7
Чистый пар						
2000	131	155	190	149	204	32,0
2001	145	143	144	130	134	24,6
2003	129	176	200	183	173	26,4
2004	226	239	230	229	189	23,7
2005	165	203	211	195	208	17,0
2006	138	220	200	162	163	29,8
2007	145	191	226	192	186	29,0
2008	138	224	217	165	138	13,2
2009	170	139	144	148	183	21,6
2010	131	176	196	185	181	22,1
Среднее	152	187	196	174	176	23,9
Озимая пшеница						
2000	184	169	173	167	208	27,4
2001	167	153	143	160	196	22,1
2003	138	179	191	146	144	7,3
2004	108	139	120	146	123	20,9
2005	171	200	178	158	204	30,0
2006	186	187	183	132	139	31,1
2007	166	228	234	193	178	8,5
2008	136	180	184	148	142	23,4
2009	144	151	122	165	164	17,6
2010	151	190	162	185	188	13,1
Среднее	155	178	169	160	169	20,1
Горох + овёс						
2000	195	188	208	189	196	21,9
2001	157	176	192	179	148	29,1
2003	172	224	214	200	189	27,0
2004	188	234	219	201	182	20,9
2005	141	184	221	199	170	23,3
2006	154	198	199	200	162	20,8
2007	136	201	223	193	174	28,8
2008	173	225	213	221	201	25,1
2009	155	189	207	203	192	18,0
2010	170	211	206	210	190	29,9

продолжение приложения 49

1	2	3	4	5	6	7
Среднее	164	203	210	200	180	24,5
Яровая пшеница						
2000	172	185	176	188	204	24,2
2001	147	165	164	175	172	18,7
2004	127	169	167	169	163	24,6
2005	137	190	229	198	137	27,9
2006	139	150	184	181	148	9,2
2007	154	186	208	184	147	12,7
2008	145	190	229	182	152	11,9
2009	186	188	149	145	187	25,9
2010	-	-	-	-	-	-
Среднее	151	178	188	178	164	19,4
Заключительное поле						
2000	156	171	177	158	191	26,3
2001	145	136	140	120	120	20,6
2003	166	229	203	179	176	13,5
2004	183	186	221	196	190	23,3
2005	175	181	182	153	160	16,9
2006	126	176	184	164	159	12,8
2007	128	167	185	169	147	12,5
2008	124	212	167	207	174	14,6
2009	125	167	187	168	174	15,1
2010	151	175	180	187	189	24,8
Среднее	148	180	183	170	168	18,0
Среднее по севообороту	154	185	189	176	171	21,2

Содержание K_2O_5 , мг/кг почвы в заключительном поле севооборота,
после уборки

Годы	Технологические системы обработки почвы и посева					НСР ₀₅
	1	2	3	4	5	
0-30 см						
2000	138	152	159	145	173	16,7
2001	149	152	156	123	124	15,3
2002	142	159	168	153	146	32,4
2003	133	188	187	148	151	18,7
2004	165	188	229	145	159	24,6
2005	143	196	184	142	141	24,5
2006	157	177	182	168	172	12,2
2007	140	130	126	122	155	9,7
2008	147	175	169	159	149	16,6
2009	119	191	157	175	138	14,3
2011	114	159	164	113	166	18,0
Среднее	141	170	171	145	152	18,5
30-60 см						
2001	100	102	94	86	96	14,0
2002	105	105	134	115	110	31,0
2003	74	80	98	65	71	5,9
2004	117	111	137	92	104	13,8
2005	92	125	102	70	79	9,6
2006	106	105	108	96	99	5,4
2007	97	87	87	96	109	8,7
2008	104	109	113	107	107	13,4
2009	99	111	100	91	94	13,4
2011	64	111	83	61	82	20,6
Среднее	96	105	106	88	95	13,6
0-60 см						
2001	125	127	125	104	110	24,2
2002	124	132	150	134	128	17,1
2003	103	134	143	106	111	9,4
2004	141	149	183	118	131	14,2
2005	118	161	143	106	110	10,8
2006	131	141	145	132	135	10,0
2007	118	108	107	109	132	12,0
2008	126	142	141	133	126	15,7
2009	109	151	128	133	116	11,3
2011	89	135	123	87	124	9,4
Среднее	118	138	139	116	122	13,4

Содержание гумуса в заключительном поле севооборота, после уборки, %

Годы	Технологические системы обработки почвы и посева					НСР ₀₅
	1	2	3	4	5	
0-30 см						
2000	3,31	3,25	3,32	3,29	3,70	0,269
2001	2,81	3,86	3,38	2,82	2,57	0,449
2002	3,16	3,85	4,00	3,43	3,96	0,486
2003	3,88	3,84	4,50	3,85	4,30	0,360
2004	3,75	3,77	4,71	3,46	4,11	0,441
2005	3,60	4,19	4,11	3,25	3,55	0,496
2006	3,31	3,80	3,77	3,07	3,39	0,387
2007	3,48	3,20	3,66	3,76	3,42	0,351
2008	3,15	3,82	4,13	3,39	3,36	0,593
2009	2,64	3,43	3,21	2,94	3,03	0,366
2011	3,64	4,24	3,86	3,16	3,01	0,575
Среднее	3,34	3,75	3,88	3,31	3,49	0,434
30-60 см						
2001	1,87	2,14	2,21	1,63	1,79	0,383
2002	2,85	2,96	3,04	2,71	2,60	0,310
2003	2,37	3,13	2,67	2,37	3,29	0,153
2004	3,09	2,88	2,97	1,99	3,31	0,415
2005	2,60	2,89	2,67	2,16	2,56	0,477
2006	2,65	2,84	2,16	2,06	1,90	0,390
2007	2,55	2,48	2,42	2,33	2,54	0,458
2008	2,29	2,72	2,56	1,90	2,35	0,404
2009	2,22	1,80	2,05	1,86	2,00	0,230
2011	2,60	3,17	2,72	1,86	1,88	0,230
Среднее	2,51	2,70	2,55	2,09	2,42	0,345
0-60 см						
2001	2,34	3,00	2,80	2,23	2,18	0,377
2002	3,01	3,40	3,52	3,07	3,25	0,506
2003	3,13	3,49	3,59	3,11	3,80	0,165
2004	3,42	3,33	3,84	2,73	3,71	0,272
2005	3,10	3,54	3,39	2,70	3,06	0,543
2006	2,98	3,32	2,97	2,57	2,65	0,480
2007	3,02	2,84	3,04	3,05	2,98	0,207
2008	2,72	3,27	3,35	2,64	2,86	0,509
2009	2,43	2,61	2,63	2,40	2,52	0,321
2011	3,12	3,71	3,29	2,51	2,44	0,473
Среднее	2,93	3,25	3,24	2,70	2,95	0,385

Содержание азота легкогидролизуемого в заключительном поле
севооборота, после уборки, мг/ кг почвы

Годы	Технологические системы обработки почвы и посева					НСР ₀₅
	1	2	3	4	5	
0-30 см						
2000	18,7	20,5	21,5	19,6	22,4	4,38
2001	30,3	34,5	36,4	27,1	32,7	4,26
2002	28,0	29,9	29,9	28,9	29,9	3,72
2003	39,7	42,1	42,7	60,2	39,7	3,89
2004	22,9	36,9	34,1	23,3	25,7	5,14
2005	15,0	15,4	18,2	14,5	19,1	1,55
2006	31,7	37,3	35,5	32,2	33,6	3,40
2007	21,0	17,8	21,0	17,7	24,7	4,05
2008	24,7	25,2	26,1	22,9	23,8	2,39
2009	15,8	26,6	20,1	23,8	20,5	1,31
2011	24,3	30,4	32,7	32,2	29,4	5,56
Среднее	24,7	28,8	28,9	27,5	27,4	4,97
30-60 см						
2001	25,7	30,8	31,7	25,7	25,7	4,28
2002	23,3	26,1	27,1	25,2	28,0	5,75
2003	35,0	42,1	36,4	37,8	32,2	4,93
2004	18,2	35,0	22,4	18,2	22,4	2,12
2005	12,6	11,2	12,6	12,6	14,0	2,98
2006	23,8	28,0	26,6	26,6	26,6	1,18
2007	15,4	11,2	11,2	12,6	15,4	2,21
2008	19,6	22,4	23,8	15,4	18,2	3,23
2009	16,8	14,0	16,8	15,4	12,0	2,98
2011	18,2	23,8	26,6	22,4	22,4	3,01
Среднее	21,9	24,5	23,5	21,2	22,3	3,27
0-60 см						
2001	28,0	32,7	34,1	26,4	29,2	3,48
2002	25,7	28,0	28,5	27,1	29,0	4,26
2003	37,4	42,1	39,6	49,0	36,0	4,55
2004	20,6	36,0	28,3	20,8	24,1	2,25
2005	13,8	13,3	15,4	13,6	14,0	2,02
2006	27,8	32,7	31,1	29,4	30,1	2,19
2007	18,2	14,5	16,1	15,2	15,4	1,11
2008	22,2	23,8	25,0	19,2	21,0	1,74
2009	16,3	20,3	18,5	19,6	19,4	2,35
2011	21,3	27,1	29,7	27,3	25,9	4,41
Среднее	23,1	27,1	26,6	24,8	25,1	2,84

Содержание рН солевое в заключительном поле севооборота, после уборки

Годы	Технологические системы обработки почвы и посева					НСР ₀₅
	1	2	3	4	5	
0-30 см						
2000	5,58	5,50	5,96	5,86	5,39	0,747
2001	5,37	5,14	5,69	5,42	5,34	0,307
2002	6,17	5,35	5,41	5,87	5,64	0,599
2003	5,30	5,96	5,63	5,22	5,28	0,818
2004	5,86	6,40	6,21	5,59	5,70	0,515
2005	5,33	5,33	6,05	6,13	5,73	0,870
2006	5,11	5,93	6,18	5,69	5,28	0,614
2007	5,57	5,55	5,52	5,57	5,73	0,080
2008	6,48	5,86	6,31	6,03	5,59	0,626
2009	6,62	5,30	6,21	6,17	5,93	0,762
2011	5,49	5,70	6,13	5,80	6,51	0,693
Среднее	5,72	5,64	5,94	5,76	5,65	0,603
30-60 см						
2001	5,56	5,63	5,70	5,72	6,45	0,187
2002	6,60	5,88	5,90	6,18	6,15	0,540
2003	5,67	6,37	6,26	6,35	6,06	0,693
2004	6,42	7,39	6,51	6,43	6,94	0,647
2005	5,50	6,02	6,21	6,38	6,38	0,526
2006	5,53	5,98	6,85	6,45	6,41	0,503
2007	5,86	6,50	5,94	6,03	6,09	0,273
2008	7,10	6,46	7,13	6,56	7,03	0,521
2009	7,12	5,88	7,01	6,63	6,06	0,678
2011	5,60	6,34	6,53	6,62	7,26	0,749
Среднее	6,10	6,25	6,40	6,34	6,48	0,532
0-60 см						
2001	5,47	5,39	5,70	5,61	5,90	0,226
2002	6,39	5,62	5,66	6,03	5,90	0,642
2003	5,49	6,17	5,95	5,79	5,67	0,620
2004	6,14	6,90	6,36	6,01	6,32	0,540
2005	5,41	5,67	6,13	6,25	6,05	0,659
2006	5,32	5,96	6,52	6,07	5,85	0,416
2007	5,72	6,03	5,73	5,80	5,91	0,316
2008	6,79	6,16	6,72	6,30	6,31	0,428
2009	6,87	5,59	6,61	6,40	6,00	0,681
2011	5,54	6,02	6,33	6,21	6,88	0,504
Среднее	5,91	5,95	6,17	6,05	6,08	0,503

Засоренность посевов перед уборкой урожая, шт/м²

Годы	Технологические системы обработки почвы и посева					НСР ₀₅
	1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7
Озимая пшеница						
2000	0,1 / 0,1*	0,3 / 0,3	0,4 / 0,3	0,3 / 0,3	0,4 / 0,1	0,20
2001	10,2 / 1,0	6,4 / 2,5	7,5 / 1,8	3,5 / 2,4	7,8 / 4,2	2,03
2002	6,7 / 3,7	8,8 / 3,2	11,5 / 3,5	7,2 / 6,5	6,7 / 6,5	1,87
2003	5,8 / 0,0	35,5 / 0,0	23,5 / 0,0	22,0 / 0,2	38,7 / 0,0	11,52
2004	2,0 / 0,8	0,5 / 0,2	2,0 / 1,2	0,0	3,0 / 0,8	1,33
2005	7,0 / 7,0	8,2 / 6,5	4,7 / 4,4	9,9 / 6,5	9,0 / 3,4	0,80
2006	7,8 / 1,5	4,5 / 0,3	5,2 / 4,8	8,8 / 2,8	5,0 / 3,3	2,12
2007	25,3 / 2,2	19,5 / 2,5	36,0 / 2,8	28,5 / 11,0	26,3 / 1,2	6,98
2008	7,8 / 3,3	18,3 / 4,5	10,8 / 2,5	13,0 / 4,3	11,5 / 4,3	5,81
2009	5,5 / 2,2	15,0 / 0,0	24,5 / 17,5	17,5 / 0,0	10,0 / 1,2	2,91
2010	1,0 / 1,0	1,0 / 1,0	0,0	1,5 / 0,5	0,0	1,28
Среднее	7,2 / 2,1	10,7 / 1,9	11,4 / 3,5	10,2 / 3,1	10,7 / 2,3	3,35
Яровая пшеница (просо)						
2000	6,9 / 0,0	1,5 / 0,0	3,7 / 0,0	5,5 / 0,0	0,7 / 0,0	2,40
2001	1,9 / 0,0	0,9 / 0,9	2,7 / 1,2	1,3 / 0,9	0,2 / 0,0	0,93
2002	1,9 / 1,8	0,4 / 0,0	3,0 / 3,0	1,9 / 1,7	2,4 / 2,4	1,02
2003	10,0 / 0,0	2,7 / 0,0	14,8 / 0,2	9,5 / 0,0	10,5 / 0,2	3,69
2004	16,0 / 1,4	39,0 / 0,4	30,8 / 0,5	14,5 / 0,4	16,8 / 0,4	10,85
2005	7,2 / 1,2	6,2 / 1,0	8,9 / 2,0	7,7 / 1,2	9,4 / 1,0	1,71
2006	16,0 / 0,8	13,3 / 0,8	13,8 / 1,5	19,8 / 2,3	11,5 / 0,0	4,14

продолжение приложения 54

1	2	3	4	5	6	7
2007	93,3 / 14,8	49,5 / 5,3	88,5 / 21,8	84,8 / 5,0	54,3 / 8,0	9,17
2008	48,5 / 0,0	50,5 / 14,0	53,3 / 11,7	54,0 / 0,0	43,0 / 9,0	2,58
2009	27,5 / 0,0	21,5 / 0,0	15,0 / 0,0	23,0 / 0,0	15,0 / 1,0	2,36
2010	13,3 / 2,5	6,0 / 0,0	9,5 / 3,5	12,5 / 0,0	2,5 / 1,0	1,75
Среднее	22,0 / 2,0	17,4 / 2,0	22,2 / 4,1	21,3 / 1,0	15,1 / 2,1	3,69
Яровая пшеница (кукуруза)						
2000	6,0 / 0,0	2,4 / 0,0	10,8 / 0,0	1,4 / 0,0	1,8 / 0,0	1,16
2001	12,7 / 2,0	7,7 / 0,0	1,4 / 0,5	4,0 / 0,3	0,7 / 0,0	1,03
2002	11,0 / 0,0	0,4 / 0,0	3,2 / 0,3	6,9 / 0,0	0,2 / 0,0	1,29
2003	21,0 / 0,0	20,9 / 0,4	9,7 / 0,0	11,8 / 0,2	12,0 / 0,0	7,64
2004	81,4 / 0,0	127,8 / 0,0	114,5 / 1,4	137,0 / 0,0	81,2 / 0,0	12,77
2005	8,8 / 0,7	11,0 / 0,3	7,0 / 0,0	9,7 / 0,7	9,3 / 0,0	2,59
2006	8,0 / 0,8	11,5 / 1,0	12,0 / 1,5	12,0 / 3,0	10,0 / 0,5	1,52
2007	34,8 / 2,8	70,8 / 3,0	61,3 / 3,0	61,8 / 3,0	56,3 / 4,5	7,72
2008	29,0 / 0,0	6,0 / 0,0	21,0 / 6,0	8,3 / 0,0	8,5 / 0,0	2,12
2009	24,5 / 0,0	29,0 / 5,5	14,5 / 0,0	24,5 / 0,0	12,5 / 0,0	4,52
2010	5,5 / 0,0	0,5 / 0,5	6,5 / 4,5	14,5 / 2,5	7,0 / 7,0	1,64
Среднее	22,1 / 0,6	26,1 / 1,0	23,2 / 1,6	26,5 / 0,9	18,1 / 1,1	4,00
Заключительное поле						
2000	10,4 / 2,5	3,0 / 0,7	9,2 / 3,0	1,7 / 0,8	2,0 / 0,5	2,49
2001	8,0 / 0,0	7,9 / 0,0	4,4 / 0,2	3,4 / 3,4	6,4 / 1,7	2,74
2002	2,0 / 0,2	0,4 / 0,0	3,0 / 0,0	1,9 / 0,0	2,4 / 0,0	1,29
2003	14,3 / 0,0	19,5 / 0,0	6,3 / 0,0	14,9 / 0,0	9,6 / 0,0	1,87
2004	70,2 / 0,0	59,7 / 1,0	111,5 / 1,9	40,0 / 0,7	62,1 / 0,9	2,07
2005	10,2 / 1,0	11,4 / 0,0	9,7 / 0,9	7,4 / 0,0	9,2 / 0,0	1,71

продолжение приложения 54

1	2	3	4	5	6	7
2006	14,5 / 0,0	9,3 / 0,8	10,8 / 1,8	23,8 / 0,3	15,3 / 0,0	8,77
2007	86,3 / 4,0	98,3 / 5,8	93,5 / 14,3	75,5 / 10,3	65,0 / 5,3	10,14
2008	16,5 / 0,0	48,5 / 0,0	59,8 / 3,3	58,5 / 2,0	59,0 / 0,0	7,95
2009	6,5 / 0,0	11,5 / 0,0	32,5 / 14,0	8,5 / 0,0	11,5 / 0,0	2,86
2010	9,0 / 2,5	7,0 / 5,0	5,0 / 0,5	10,5 / 4,0	8,0 / 5,0	2,27
Среднее	22,5 / 0,7	25,1 / 1,1	31,3 / 3,4	21,4 / 1,9	22,6 / 1,2	4,01
Среднее по севообороту	18,5 / 1,4	19,8 / 1,5	22,0 / 3,2	20,1 / 1,7	16,6 / 1,7	3,76

Примечание* в числителе общая засорённость посевов;

в знаменателе в том числе многолетних сорняков

Существенная корреляционная взаимосвязь коэффициента общей кустистости на 1 растение с показателями (2000-2010 гг.)

Показатели	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
Озимая пшеница					
1. Температура воздуха °С в период парования (сентябрь-август)	-0,65*	-0,67*	-0,67*	-0,54	-0,61*
2. Температура воздуха °С в период вегетации (апрель-июнь)	-0,62*	-0,72*	-0,60	-0,72*	-0,66*
3. Запасы продуктивной влаги перед посевом, мм (0-100 см)	0,78**	0,26	-0,16	0,27	0,47
Яровая пшеница (просо)					
1. Температура воздуха °С (май-июнь)	-0,50	-0,67*	-0,63*	-0,34	-0,54
2. Температура воздуха °С (июнь)	-0,66*	-0,81**	-0,78**	-0,63*	-0,74**
3. ГТК (июнь)	0,35	0,54	0,55	0,36	0,63*
4. Осадки, мм (июнь)	0,22	0,43	0,42	0,25	0,50
Яровая пшеница (кукуруза)					
1. Температура воздуха °С (май-июнь)	-0,65*	-0,65*	-0,47	-0,58	-0,50
2. Осадки, мм (май-июнь)	0,45	0,60*	0,42	0,55	0,50
3. Температура воздуха °С (июнь)	-0,82**	-0,89**	-0,61*	-0,87**	-0,80**
4. ГТК (июнь)	0,49	0,67*	0,35	0,58	0,56
5. Осадки, мм (июнь)	0,37	0,55	0,25	0,44	0,42
Ячмень					
1. Осадки, мм (сентябрь-апрель)	0,79	0,72	0,84*	0,69	0,75
2. Температура воздуха °С (июнь)	-0,88*	-0,72	-0,80	-0,79	-0,66

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Существенная корреляционная взаимосвязь коэффициента
продуктивной кустистости на 1 растение с показателями (2000-2010 гг.)

Показатели	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
Озимая пшеница					
1. Температура воздуха °С в период парования (сентябрь-август)	-0,59	-0,57	-0,66*	-0,54	-0,65*
2. Температура воздуха °С в период вегетации (апрель-июнь)	-0,67*	-0,75**	-0,66*	-0,73*	-0,65*
3. Запасы продуктивной влаги перед посевом, мм (0-100 см)	0,80**	0,14	-0,28	0,12	0,48
4. Коэффициент общей кустистости	0,99**	0,97**	0,97**	0,97**	0,97**
Яровая пшеница (просо)					
1. Температура воздуха °С (май-июнь)	-0,50	-0,68*	-0,64*	-0,39	-0,52
2. Температура воздуха °С (июнь)	-0,63*	-0,80**	-0,79**	-0,66*	-0,74**
3. ГТК (июнь)	0,39	0,57	0,53	0,46	0,67*
4. Осадки, мм (июнь)	0,27	0,44	0,40	0,34	0,55
5. Коэффициент общей кустистости	0,99**	0,99**	0,99**	0,98**	0,98**
Яровая пшеница (кукуруза)					
1. Температура воздуха °С (май-июнь)	-0,67*	-0,64	-0,49	-0,57	-0,47
2. Температура воздуха °С (июнь)	-0,88**	-0,87**	-0,67*	-0,86**	-0,76**
3. ГТК (июнь)	0,54	0,61*	0,41	0,56	0,57
4. Осадки, мм (июнь)	0,40	0,47	0,28	0,41	0,43
5. Коэффициент общей кустистости	0,97**	0,98**	0,96**	1,00**	0,98**
Ячмень (2000-2002, 2008-2010гг.)					
1. Осадки, мм (сентябрь-апрель)	0,76	0,82*	0,82*	0,74	0,79
2. Температура воздуха °С (июнь)	-0,90*	-0,75	-0,76	-0,83*	-0,71
3. Коэффициент общей кустистости	0,99**	0,99**	0,97**	1,00**	1,00

Существенная корреляционная взаимосвязь количество зёрен с колоса
(шт.) с показателями (2000-2010 гг.)

Показатели	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
Озимая пшеница, весенне-летняя вегетация					
1. Температура (Т) воздуха °С (май-июнь)	-0,57	-0,66*	-0,61*	-0,66*	-0,55
2. Т воздуха °С (май)	-0,48	-0,58	-0,62*	-0,58	-0,56
3. Относ-ая влажность воздуха, % (май-июнь)	0,66*	0,79**	0,62*	0,67*	0,56
4. Относ-ая влажность воздуха, % (июнь)	0,67*	0,73*	0,61*	0,69*	0,60
Яровая пшеница (просо), весенне-летняя вегетация					
1. Т воздуха °С (май-июль)	-0,60	-0,60	-0,70*	-0,59	-0,74*
2. Т воздуха °С (июнь)	-0,41	-0,60*	-0,59	-0,46	-0,61*
3. Относ-ая влажность воздуха, % (май-июнь)	0,70*	0,73*	0,66*	0,55	0,74**
4. Относ-ая влажность воздуха, % (июнь)	0,66*	0,72*	0,73*	0,51	0,74**
Яровая пшеница (кукуруза), весенне-летняя вегетация					
1. Т воздуха °С (май-июнь)	-0,60	-0,63*	-0,77**	-0,72*	-0,71*
2. Т воздуха °С (май-июль)	-0,55	-0,63*	-0,75**	-0,71*	-0,75*
3. Т воздуха °С (июнь)	-0,58	-0,63*	-0,78**	-0,64*	-0,69*
4. Относ-ая влажность воздуха, % (май-июнь)	0,57	0,70*	0,66*	0,55	0,66*
5. Относ-ая влажность воздуха, % (июнь)	0,60*	0,68*	0,73*	0,61*	0,70*
Ячмень (2000-2002, 2008-2010гг.)					
1. Т воздуха °С (июнь)	-0,70	-0,89*	-0,83*	-0,81*	-0,77
2. Коэфф. продуктивной кустистости	0,74	0,82*	0,43	0,53	0,38

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Существенная корреляционная взаимосвязь массы зёрна с колоса (г) с показателями (2000-2010 гг.)

Показатели	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Озимая пшеница					
1. Осадки за парование, мм (сентябрь-август)	0,55	0,65*	0,55	0,58	0,57
2. Температура (Т) воздуха °С за вегетацию (сентябрь-октябрь)	-0,58	-0,60	-0,62*	-0,56	-0,52
3. Т воздуха °С за вегетацию (май-июнь)	-0,67*	-0,73*	-0,71*	-0,71*	-0,64*
4. Т воздуха °С за вегетацию (май)	-0,59	-0,66*	-0,69*	-0,64*	-0,62*
5. Относ-ая влажность воздуха, % за вегетацию (май-июнь)	0,74**	0,74**	0,62*	0,69*	0,65*
6. Относ-ая влажность воздуха, % за вегетацию (июнь)	0,76**	0,77**	0,68*	0,75**	0,70*
7. Количество зёрен в колосе, шт.	0,93**	0,91**	0,91**	0,92**	0,93**
Яровая пшеница (просо), весенне-летняя вегетация					
1. Т воздуха °С (май-июль)	-0,62*	-0,66*	-0,67*	-0,62*	-0,72*
2. Т воздуха °С (июнь)	-0,53	-0,63*	-0,62*	-0,56	-0,59
3. Относ-ая влажность воздуха, % (май)	0,64*	0,62*	0,59	0,58	0,65*
4. Относ-ая влажность воздуха, % (июнь)	0,69*	0,75**	0,73*	0,59	0,75**
5. Относ-ая влажность воздуха, % (май-июнь)	0,73*	0,77**	0,72*	0,63*	0,76**
6. Относ-ая влажность воздуха, % (май-июль)	0,59	0,61*	0,59	0,55	0,68*
7. Количество зёрен в колосе, шт	0,96**	0,95**	0,90**	0,94**	0,95**
8. Кол-во многолетних сорняков, шт/м ²	-0,54	-0,00	-0,43	-0,37	-0,30
Яровая пшеница (кукуруза), весенне-летняя вегетация					
1. Т воздуха °С (май-июль)	-0,58	-0,70*	-0,74**	-0,71*	-0,72*
2. Т воздуха °С (июнь)	-0,51	-0,61*	-0,63*	-0,51	-0,61*

1	2	3	4	5	6
3. Относ-ая влажность воздуха, % (май)	0,49	0,58	0,58	0,54	0,61*
4. Относ-ая влажность воздуха, (июнь)	0,59	0,69**	0,75**	0,64*	0,73*
5. Относ-ая влажность воздуха, % (май-июнь)	0,58	0,70*	0,75**	0,63*	0,73*
6. Относ-ая влажность воздуха, % (май-июль)	0,38	0,49	0,57	0,44	0,57
7. Количество зёрен в колосе, шт	0,95**	0,93**	0,93**	0,91**	0,94**
8. Кол-во многолетних сорняков, шт/м ²	-0,04	-0,32	-0,60*	-0,61*	-0,87**
Ячмень (2000-2002, 2008-2010гг.)					
1. Осадки, мм (сентябрь-ноябрь)	0,85*	0,75	0,89*	0,88*	0,86*
2. Осадки, мм (сентябрь-апрель)	0,79	0,89*	0,70	0,72	0,70
3. Осадки, мм (май-июнь)	0,87*	0,71	0,63	0,58	0,60
4. Осадки, мм (июнь)	0,83*	0,73	0,77	0,75	0,77
5. Т воздуха °С (май-июнь)	-0,95**	-0,93**	-0,96**	-0,96**	-0,96**
6. Т воздуха °С (июнь)	-0,83*	-0,93**	-0,94**	-0,94**	-0,94**
7. Относ-ая влажность воздуха, % (май)	0,60	0,63	0,33	0,28	0,33
8. Относ-ая влажность воздуха, % (июнь)	0,90*	0,98**	0,88*	0,89*	0,88*
9. Относ-ая влажность воздуха, % (май-июнь)	0,83*	0,93**	0,73	0,73	0,74
10. Относ-ая влажность воздуха, % (май-июль)	0,76	0,90*	0,73	0,73	0,75
11. ГТК (июнь)	0,87*	0,80	0,87	0,86*	0,86*
12. ГТК (май-июнь)	0,89*	0,74	0,72	0,69	0,68
13. Запасы продук. влаги весной, мм (0-30 см)	0,92*	0,90*	0,20	0,25	0,92*
14. Запасы продук. влаги весной, мм (0-100 см)	0,97**	0,84*	0,40	0,39	0,45
15. Засорённость мног. сорняками, шт/м ²	-0,36	-0,82*	-0,32	-0,40	-0,75
16. Количество зёрен в колосе, шт	0,74	0,69	0,81*	0,84*	0,87*

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Существенная корреляционная взаимосвязь массы зёрна с растения (г)
с показателями (2000-2010 гг.)

Показатели	Технологические систем обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Озимая пшеница					
1. Температура (Т) воздуха °С (сентябрь-ноябрь)	-0,71*	-0,69*	-0,72*	-0,67*	-0,66*
2. Т воздуха °С (апрель-июнь)	-0,73*	-0,76**	-0,75**	-0,77**	-0,70*
3. Т воздуха °С (май-июнь)	-0,76**	-0,78**	-0,71*	-0,77**	-0,70*
4. Т воздуха °С (май)	-0,66*	-0,70*	-0,61*	-0,66*	-0,67*
5. Т воздуха °С (июнь)	-0,54	-0,53	-0,46	-0,55	-0,70*
6. Относ-ая влажность воздуха, % (июнь)	0,67*	0,66*	0,57	0,65*	0,63*
7. Коэффициент общей кустистости	0,73*	0,70*	0,62*	0,78**	0,62*
8. Коэффициент продукт. кустистости	0,79**	0,79**	0,73*	0,80**	0,69*
9. Количество зёрен с колоса, шт	0,68*	0,75**	0,75**	0,73*	0,79**
10. Масса зерна с колоса, г	0,74*	0,81**	0,78**	0,80**	0,79**
Яровая пшеница (просо), весенне- летняя вегетация					
1. Т воздуха °С (май-июнь)	-0,65*	-0,67*	0,69*	-0,57	-0,64*
2. Т воздуха °С (май-июль)	-0,61*	-0,65*	-0,66*	-0,57	-0,68*
3. Т воздуха °С (июнь)	-0,72*	-0,78**	-0,79**	-0,69*	-0,77**
4. Относ-ая влажность воздуха (июнь)	0,63*	0,65*	0,63*	0,54	0,62*
5. Относ-ая влажность воздуха (май-июнь)	0,58	0,62*	0,55	0,56	0,61*
6. Коэффициент общей кустистости	0,67*	0,86**	0,87**	0,62*	0,80**
7. Коэффициент продукт. кустистости	0,65*	0,85**	0,88**	0,65*	0,79**
8. Количество зёрен с колоса, шт.	0,81**	0,88**	0,83**	0,88**	0,86**

1	2	3	4	5	6
9.Масса зерна с колоса, г	0,87**	0,90**	0,86**	0,91**	0,89**
Яровая пшеница (кукуруза), весенне-летняя вегетация					
1. Т воздуха °С (май-июнь)	-0,68*	-0,71*	-0,68*	-0,71*	-0,69*
2. Т воздуха °С (май-июль)	-0,60*	0,69*	-0,64*	-0,69*	-0,69*
3. Т воздуха °С (июнь)	-0,71*	-0,75**	-0,71*	-0,74**	-0,78**
4. Относ-ая влажность воздуха (июнь)	0,61*	0,68*	0,62*	0,65*	0,66*
5. Относ-ая влажность воздуха (май-июнь)	0,57	0,66*	0,59	0,62*	0,64*
6. Коэффициент общей кустистости	0,70*	0,76**	0,77**	0,78**	0,80**
7. Коэффициент продукт. кустистости	0,71*	0,79**	0,82**	0,80**	0,74**
8. Количество зёрен с колоса, шт.	0,97**	0,94**	0,96**	0,94**	0,94**
9.Масса зерна с колоса, г	0,91**	0,91**	0,90**	0,88**	0,91**
10. Засорённость мног. сорняками, шт/м ²	0,07	-0,36	-0,58	-0,50	-0,68*
Яровой ячмень					
1. Осадки, мм (сентябрь-апрель)	0,81	0,84*	0,80	0,70	0,78
2. Т воздуха °С (май-июнь)	-0,80	-0,63	-0,71	-0,74	-0,68
3. Т воздуха °С (июнь)	-0,95**	-0,88*	-0,95**	-0,97**	-0,92*
4. Относ-ая влажность воздуха (июнь)	0,89*	0,79	0,91*	0,90*	0,88*
5. Относ-ая влажность воздуха (май-июнь)	0,76	0,68	0,82*	0,78	0,80
6. Коэффициент общей кустистости	0,92*	0,94**	0,91*	0,91*	0,89*
7. Коэффициент продукт. кустистости	0,94**	0,96**	0,92*	0,93**	0,92*
8. Количество зёрен с колоса, шт	0,86*	0,84*	0,64	0,75	0,69
9.Масса зерна с колоса, г	0,84*	0,82*	0,81	0,85*	0,78
10. Весенние запасы продуктивной влаги, мм (0-30 см)	0,90*	0,81	0,33	0,10	0,57
11. Засорённость мног. сорняками, шт/м ²	-0,44	-0,59	-0,52	-0,41	-0,41

Существенная корреляционная взаимосвязь высоты растений (см) с показателями (2000-2010 гг.)

Показатели	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Озимая пшеница					
1. Температура (Т) воздуха °С в период парования (сентябрь-август)	-0,67*	-0,72*	-0,63*	-0,68*	-0,68*
2. Относ-ая влажность воздуха, % (апрель-июнь)	0,77**	0,73*	0,76**	0,72*	0,75**
3. Относ-ая влажность воздуха, % (май)	0,67*	0,59	0,64*	0,54	0,61*
4. Запасы продуктивной влаги в период посева, мм (0-100 см)	0,68*	0,25	-0,14	0,33	0,46
4. Коэффициент общей кустистости	0,78**	0,87**	0,79**	0,80**	0,75**
5. Коэффициент продукт. кустистости	0,75**	0,83**	0,82**	0,79**	0,79**
6. Масса зерна с растения, г	0,23	0,55	0,61*	0,52	0,56
Яровая пшеница (просо)					
1. Осадки, мм (май-июнь)	0,58	0,66*	0,63*	0,60	0,67*
2. Осадки, мм (май)	0,58	0,52	0,54	0,60*	0,44
3. Т воздуха °С (май-июнь)	-0,80**	-0,73*	-0,80**	-0,76**	-0,78**
4. Т воздуха °С (июнь)	-0,76**	-0,81**	-0,79**	-0,78**	-0,82**
5. Т воздуха °С (май-июль)	-0,76**	-0,77**	-0,83**	-0,75**	-0,86**
6. Относ-ая влажность воздуха, % (май-июнь)	0,71*	0,73*	0,77**	0,74**	0,76**
7. Относ-ая влажность воздуха, % (май-июль)	0,52	0,62*	0,64*	0,57	0,70*
8. Относ-ая влажность воздуха, % (июнь)	0,77**	0,79**	0,83**	0,78**	0,85**
ГТК (май-июнь)	0,67*	0,69*	0,69*	0,66*	0,71*
9. Коэффициент общей кустистости	0,59	0,79**	0,74**	0,48	0,63*

1	2	3	4	5	6
10. Коэффициент продукт. кустистости	0,59	0,82**	0,77**	0,50	0,65*
11. Количество зёрен с колоса, шт.	0,69*	0,75**	0,85**	0,75**	0,81**
12. Масса зерна с колоса, г	0,76**	0,78**	0,84**	0,78**	0,82**
13. Масса зерна с растения, г	0,87**	0,89**	0,91**	0,85**	0,87**
Яровая пшеница (кукуруза)					
1. Осадки, мм (май-июнь)	0,60	0,55	0,53	0,63*	0,61*
2. Осадки, мм (май)	0,44	0,41	0,40	0,56	0,41
3. Т воздуха °С (май-июнь)	-0,78**	-0,75**	-0,82**	-0,75**	-0,83**
4. Т воздуха °С (июнь)	-0,82**	-0,83**	-0,77**	-0,75**	-0,82**
5. Т воздуха °С (май-июль)	-0,73*	-0,75**	-0,81**	-0,73*	-0,78**
6. Относ-ая влажность воздуха, % (май-июнь)	0,59	0,63*	0,63*	0,61*	0,63*
7. Относ-ая влажность воздуха, % (май-июль)	0,48	0,54	0,53	0,46	0,52
8. Относ-ая влажность воздуха, % (июнь)	0,72*	0,72*	0,69*	0,69*	0,75**
ГТК (май-июнь)	0,68*	0,61*	0,63*	0,70*	0,71*
9. Коэффициент общей кустистости	0,74*	0,88**	0,64*	0,78**	0,74*
10. Коэффициент продукт. кустистости	0,79**	0,89**	0,72*	0,80**	0,68*
11. Количество зёрен с колоса, шт.	0,79**	0,83**	0,96**	0,92**	0,86**
12. Масса зерна с колоса, г	0,71*	0,80**	0,90**	0,83**	0,77**
13. Масса зерна с растения, г	0,86**	0,96**	0,93**	0,96**	0,88**
Ячмень					
1. Осадки, мм (сентябрь-апрель)	0,88*	0,88*	0,94**	0,80	0,89*
3. Т воздуха °С (сентябрь-ноябрь)	-0,74	-0,67	-0,85*	-0,60	-0,63
4. Т воздуха °С (июнь)	-0,87*	-0,85*	-0,85*	-0,87*	-0,79
5. Относ-ая влажность воздуха, % (июнь)	0,83*	0,79	0,86*	0,75	0,74

продолжение приложения 60

1	2	3	4	5	6
6. Весенние запасы продуктивной влаги, мм (0-30 см)	0,92*	0,86*	-0,05	0,03	0,49
7. Коэффициент общей кустистости	0,90*	0,85*	0,84*	0,82*	0,86*
8. Коэффициент продукт. кустистости	0,90*	0,92*	0,78	0,84*	0,90*
9. Количество зёрен с колоса, шт	0,91*	0,92*	0,62	0,84*	0,66
10. Масса зерна с колоса, г	0,80*	0,74	0,76	0,75	0,63
11. Масса зерна с растения, г	0,97**	0,94**	0,88*	0,90*	0,91*

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Существенная корреляционная взаимосвязь густоты стеблестоя (шт/м²)
с показателями (2000-2010 гг.)

Показатели	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Озимая пшеница					
1. Температура (Т) воздуха °С в период парования (сентябрь-август)	-0,74**	-0,68*	-0,68*	-0,70*	-0,71*
2. Запасы продуктивной влаги весной, мм (0-100 см)	0,62*	0,38	0,65*	0,39	0,58
3. Коэффициент общей кустистости	0,60*	0,67*	0,59	0,60	0,66*
4. Коэффициент продук. кустистости	0,59	0,58	0,66*	0,58	0,66*
5. Высота, см	0,71*	0,74*	0,67*	0,69*	0,65*
Яровая пшеница (просо)					
1. Осадки, мм (май-июнь)	0,87**	0,89**	0,89**	0,85**	0,95**
2. Осадки, мм (июнь)	0,82**	0,72*	0,70*	0,70*	0,73*
3. Осадки, мм (май-июль)	0,64*	0,68*	0,65*	0,63*	0,62*
4. Т воздуха °С (май-июнь)	-0,52	-0,57	-0,67*	-0,43	-0,62*
5. Т воздуха °С (июнь)	-0,66*	-0,68*	-0,79**	-0,53	-0,67*
6. Т воздуха °С (май-июль)	-0,55	-0,66*	-0,74**	-0,59	-0,71*
7. ГТК (май-июнь)	0,83**	0,84**	0,86**	0,76**	0,91**
8. ГТК (июнь)	0,87**	0,77**	0,78**	0,71*	0,77**
9. ГТК (май-июль)	0,66*	0,70*	0,69*	0,63*	0,65*
10. Относ-ая влажность воздуха, % (май-июль)	0,41	0,56	0,61*	0,52	0,57
10. Коэффициент общей кустистости	0,59	0,74**	0,85**	0,36	0,70*
11. Коэффициент продук. кустистости	0,62*	0,74**	0,83*	0,50	0,76**
12. Масса зерна с растения, г	0,39	0,55	0,76**	0,40	0,68*
13. Высота растений, см	0,48	0,69*	0,78**	0,50	0,75**

1	2	3	4	5	6
Яровая пшеница (кукуруза)					
1. Осадки, мм (май-июнь)	0,83**	0,82**	0,88**	0,85**	0,89**
2. Осадки, мм (июнь)	0,87**	0,85**	0,85**	0,84**	0,90**
3. Осадки, мм (май-июль)	0,79**	0,76**	0,68*	0,74*	0,76**
4. Т воздуха °С (май-июнь)	-0,54	-0,49	-0,55	-0,57	-0,52
5. Т воздуха °С (июнь)	-0,71*	-0,69*	-0,71*	-0,80**	-0,65*
6. Т воздуха °С (май-июль)	-0,73*	-0,69*	-0,70*	-0,73*	-0,70*
7. ГТК (май-июнь)	0,76**	0,72*	0,81**	0,78**	0,81**
8. ГТК (июнь)	0,89**	0,85**	0,86**	0,88**	0,90**
9. ГТК (май-июль)	0,80**	0,76**	0,69*	0,75**	0,77**
10. Относ-ая влажность воздуха, % (май-июль)	0,72*	0,70*	0,66*	0,75**	0,68*
11. Относ-ая влажность воздуха, % (июнь)	0,64*	0,62*	0,61*	0,69*	0,60
12. Относ-ая влажность воздуха, % (июль)	0,70*	0,67*	0,58	0,67*	0,64*
13. Коэффициент общей кустистости	0,55	0,76**	0,57	0,71*	0,50
14. Коэффициент продукт. кустистости	0,55	0,69*	0,57	0,71*	0,50
15. Масса зерна с растения, г	0,35	0,48	0,54	0,63*	0,47
16. Высота растений, см	0,59	0,60*	0,58	0,64*	0,55
Ячмень (2000-2002, 2008-2010 гг)					
1. Осадки, мм (сентябрь-ноябрь)	0,92**	0,81*	0,80	0,69	0,79
2. Осадки, мм (май-июнь)	0,79	0,78	0,82*	0,81	0,89*
3. Осадки, мм (июнь)	0,88*	0,84*	0,82*	0,77	0,84*
4. Осадки, мм (май-июль)	0,65	0,79	0,76	0,81*	0,71
5. Т воздуха °С (сентябрь-ноябрь)	-0,82*	-0,89*	-0,92**	-0,94**	-0,92*
6. Т воздуха °С (май-июнь)	-0,99**	-0,96**	-0,94**	-0,88*	-0,93**
7. Т воздуха °С (май)	-0,88*	-0,82*	-0,82*	-0,75	-0,84*
8. Т воздуха °С (июнь)	-0,85*	-0,85*	-0,83*	-0,79	-0,78

продолжение приложения 61

1	2	3	4	5	6
9. Т воздуха °С (май-июль)	-0,95**	-0,96**	-0,94**	-0,92*	-0,93**
10. ГТК (май-июнь)	0,87*	0,83*	0,86*	0,81*	0,91*
11. ГТК (июнь)	0,94**	0,88*	0,86*	0,79	0,86*
12. ГТК (май-июль)	0,72	0,83*	0,80	0,84*	0,75
13 Относ-ая влажность воздуха, % (май-июнь)	0,79	0,90*	0,91*	0,96**	0,90*
14 Относ-ая влажность воздуха, % (июнь)	0,90*	0,95**	0,95**	0,95**	0,92*
15 Относ-ая влажность воздуха, % (май-июль)	0,78	0,90*	0,89*	0,94**	0,86*
16 Относ-ая влажность воздуха, % (июль)	0,78	0,71	0,67	0,72	0,61
17. Весенние запасы продуктивной влаги, мм (0-30 см)	0,95**	0,88*	0,36	0,34	0,89*
18. Весенние запасы продуктивной влаги, мм (0-100 см)	0,88*	0,73	0,45	0,80	0,55
19. Коэффициент общей кустистости	0,60	0,44	0,56	0,50	0,40
20. Коэффициент продукт. кустистости	0,60	0,57	0,51	0,55	0,50
21. Масса зерна с колоса, г	0,93**	0,96**	0,87*	0,81	0,82*
22. Масса зерна с растения, г	0,78	0,67	0,73	0,71	0,65
23. Высота растений, см	0,76	0,60	0,79	0,53	0,57

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Урожайность сельскохозяйственных культур, т/га

Годы	Технологические системы обработки почвы и посева					НСР ₀₅
	1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7
Озимая пшеница						
2000	3,94	4,04	3,57	3,97	3,80	0,31
2001	2,68	2,72	2,48	2,47	2,50	0,21
2002	2,65	3,04	3,02	3,13	3,01	0,57
2003	1,90	2,18	2,01	2,09	1,93	0,30
2004	2,94	2,92	2,39	3,06	2,81	0,13
2005	1,81	2,10	1,74	1,95	1,91	0,16
2006	1,59	2,11	2,00	2,03	2,07	0,39
2007	1,74	1,80	1,50	1,51	1,48	0,17
2008	1,65	1,48	1,16	1,72	1,32	0,19
2009	2,48	2,62	2,48	2,57	2,69	0,19
2010	0,57	0,46	0,54	0,48	0,45	0,07
среднее	2,18	2,32	2,08	2,27	2,18	0,24
Среднее, т.к.е./га	2,62	2,78	2,50	2,72	2,62	-
Просо						
2000	1,46	1,31	1,40	1,46	1,31	0,09
2001	1,33	1,20	1,01	1,28	1,04	0,10
2002	1,07	0,58	0,72	0,65	0,66	0,14
2003	3,02	2,88	2,82	2,98	2,95	0,25
2004	2,48	2,80	2,66	3,10	3,12	0,42
2005	2,50	2,49	2,06	2,67	2,64	0,11

продолжение приложения 62

1	2	3	4	5	6	7
2006	2,24	2,54	2,45	2,32	2,25	0,32
2007	2,52	2,63	2,50	2,52	2,48	0,33
2008	2,91	3,36	3,26	2,94	3,18	0,39
2009	2,09	1,99	2,01	2,08	1,97	0,16
2010	0,18	0,15	0,12	0,10	0,10	0,02
среднее	1,98	1,99	1,91	2,00	1,97	0,19
Среднее т. к.е./га	1,90	1,91	1,83	1,92	1,89	-
Яровая пшеница						
2000	1,16	1,32	1,31	1,19	1,29	0,13
2001	2,09	2,25	2,20	2,25	2,07	0,14
2002	1,69	1,56	1,81	1,53	1,51	0,21
2003	2,70	2,61	2,71	2,65	2,50	0,23
2004	1,44	1,38	1,45	1,45	1,49	0,05
2005	1,33	1,40	1,44	1,37	1,32	0,14
2006	1,03	1,30	1,12	1,46	1,31	0,25
2007	1,16	1,25	1,23	1,11	1,14	0,16
2008	0,83	0,85	0,74	0,68	0,66	0,13
2009	1,07	1,04	0,97	1,05	0,93	0,17
2010	0,17	0,19	0,14	0,13	0,08	0,01
среднее	1,33	1,38	1,38	1,35	1,30	0,15
среднее т.к.е./га	1,60	1,66	1,66	1,62	1,56	-
Кукуруза (с 2006г. горох + овёс)						
2000	26,03	25,97	24,00	23,97	25,36	2,64
2001	17,40	18,80	9,90	15,90	19,10	2,58
2002	20,47	20,67	17,53	15,20	19,47	2,00

продолжение приложения 62

1	2	3	4	5	6	7
2003	28,29	27,35	29,35	26,97	31,88	3,86
2004	40,03	42,93	40,10	41,77	42,80	1,59
2005	23,46	24,48	19,38	18,85	22,78	1,74
2006*	14,24	15,68	14,02	14,23	15,37	0,96
2007*	14,25	16,29	12,28	14,52	12,33	2,31
2008*	11,58	12,83	11,51	11,53	11,64	1,05
2009	1,04	1,08	1,15	1,12	1,02	0,21
2010	0,40	0,63	0,51	0,40	0,44	0,08
среднее т.к.е./га	2,55	2,65	2,33	2,35	2,64	-
Яровая пшеница						
2000	1,35	1,27	1,39	1,44	1,32	0,13
2001	1,95	2,06	2,00	2,08	1,92	0,18
2002	1,86	1,72	1,70	1,53	1,64	0,21
2003	2,36	2,37	2,56	2,51	2,41	0,10
2004	1,25	1,13	1,17	1,03	1,03	0,19
2005	1,87	1,74	1,78	1,70	1,74	0,11
2006	1,07	1,06	1,02	0,99	1,19	0,17
2007	1,17	1,19	1,23	1,17	1,21	0,22
2008	0,86	1,03	0,77	0,83	0,93	0,08
2009	1,02	1,04	0,97	1,06	0,99	0,17
2010	0,09	0,08	0,07	0,08	0,07	0,02
среднее	1,35	1,34	1,33	1,31	1,31	0,14
среднее т.к.е./га	1,62	1,61	1,60	1,57	1,57	-
Ячмень (яровая пшеница 2003-2007гг.)						
2000	3,60	3,15	3,32	3,21	3,19	0,22

продолжение приложения 62

1	2	3	4	5	6	7
2001	2,63	2,49	2,60	2,52	2,46	0,25
2002	3,44	2,72	3,17	2,66	2,87	0,27
2003	2,34	2,52	2,64	2,46	2,60	0,20
2004	1,04	1,06	1,15	0,94	1,03	0,12
2005	1,24	1,33	1,42	1,49	1,51	0,08
2006	1,01	1,21	1,32	1,21	1,04	0,28
2007	1,12	1,29	1,04	1,21	1,14	0,19
2008	2,19	2,66	2,57	2,75	2,26	0,41
2009	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,12
2010	0,37	0,27	0,29	0,25	0,17	0,05
среднее	1,82	1,79	1,86	1,79	1,74	0,22
среднее т.к.е./га	2,12	2,10	2,18	2,09	2,03	-
Урожайность зерновых на га сев-ой площади	1,44	1,47	1,43	1,45	1,42	0,16
Продуктив- ность** сев-та, т.к.е.	1,74	1,79	1,70	1,73	1,73	-

Примечание *: в 2006-2008 гг. горох + овёс возделывался на сидераты;

** кормовые единицы по культурам взяты из рекомендаций и справочных пособий [138, 186, 299, 358, 372].

Корреляционная взаимосвязь урожайности зерна озимой пшеницы (т/га) с показателями при разных технологических системах обработки почвы и посева

Показатели	Технологические системы				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
1. Количество осадков (мм) за период:					
- предшествующий с.-х. год	0,44	0,36	0,31	0,45	0,31
- сентябрь-июль	0,22	0,20	0,09	0,11	0,09
- сентябрь-октябрь	0,19	0,22	0,20	0,17	0,20
- сентябрь-апрель	0,18	0,17	0,12	0,05	0,12
- апрель	-0,12	-0,08	-0,13	-0,14	-0,11
- май	0,41	0,46	0,49	0,41	0,44
- июнь	0,19	0,24	0,20	0,16	0,15
- июль	-0,11	-0,18	-0,31	-0,13	-0,23
- апрель-июнь	0,26	0,33	0,29	0,22	0,29
- май-июнь	0,41	0,48	0,46	0,37	0,46
2. Температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$) за период:					
- предшествующий с.-х. год	-0,34	-0,30	-0,23	-0,29	-0,23
- сентябрь-июль	0,29	0,20	0,19	0,19	0,19
- сентябрь-октябрь	-0,69*	-0,70*	-0,73*	-0,68*	-0,73*
- сентябрь-апрель	0,59	0,54	0,51	0,52	0,51
- апрель	0,23	0,14	0,12	0,15	0,10
- май	-0,79**	-0,81**	-0,85**	-0,85**	-0,83**
- июнь	-0,25	-0,27	-0,23	-0,25	-0,18
- июль	-0,20	-0,30	-0,22	-0,26	-0,27
- апрель-июнь	-0,56	-0,63*	-0,65*	-0,64*	-0,65*
- май-июнь	-0,65*	-0,68*	-0,68*	-0,69*	-0,68*
3. Относительная влажность воздуха (%), за период					
- апрель	-0,00	0,09	0,03	0,01	0,06
- май	0,62*	0,59	0,50	0,54	0,53
- июнь	0,47	0,51	0,44	0,49	0,43
- июль	0,24	0,23	0,11	0,26	0,17
- апрель-июнь	0,46	0,51	0,40	0,44	0,43
- май-июнь	0,55	0,55	0,46	0,53	0,47
4. ГТК, за период					
- май	0,67	0,70*	0,73*	0,67*	0,68*
- июнь	0,14	0,19	0,16	0,12	0,10
- июль	-0,12	-0,19	-0,31	-0,13	-0,24
- май-июнь	0,50	0,56	0,56	0,49	0,48

1	2	3	4	5	6
5. Агрофизические, -химические свойства почвы					
- плотность почвы весной, г/см ³ (0-30 см)	-0,09	0,27	0,45	0,20	0,45
- запасы продуктивной влаги осенью, мм (0-30 см)	0,42	0,10	-0,28	0,28	-0,28
- ..., мм (0-100 см)	0,50	-0,16	-0,33	0,34	-0,33
- запасы продуктивной влаги весной, мм (0-100 см)	0,13	0,13	0,30	0,13	0,30
- содержание NO ₃ , весной, мг/кг (0-30 см)	-0,11	-0,23	-0,19	-0,16	-0,19
- содержание P ₂ O ₅ , весной, мг/кг (0-30 см)	0,23	-0,44	-0,04	-0,61*	-0,04
- содержание K ₂ O, весной, мг/кг (0-30 см)	0,05	-0,49	-0,31	-0,31	-0,31
- общая кол-венная засорённость посевов сорняками перед уборкой	-0,23	-0,20	-0,10	-0,32	-0,10
- кол-ая засорённость мног. сорняками, перед уборкой	-0,23	-0,22	0,14	-0,23	0,14
6. Элементы структуры урожая:					
- коэффициент общей кустистости	0,51	0,61*	0,40	0,63*	0,40
- коэффициент продукт. кустистости	0,54	0,61*	0,56	0,62*	0,56
- количество зёрен с колоса, шт.	0,42	0,58	0,66*	0,58	0,66*
- масса зерна с колоса, г	0,46	0,56	0,62*	0,56	0,62*
- масса зерна с растения, г	0,61*	0,70*	0,76**	0,69*	0,76**
- высота растений, см	0,72*	0,69*	0,64*	0,63*	0,64*
- кол-во продуктивных стеблей, шт/м ²	0,78**	0,73*	0,73*	0,80**	0,73*
7. Качество зерна					
- натура зерна, г/л	0,57	0,65*	0,64*	0,58	0,64*
- масса 1000 зерен, г	0,32	0,30	0,27	0,35	0,27
- содержание белка, %	-0,52	-0,49	-0,37	-0,39	-0,37

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Корреляционная взаимосвязь урожайности зерна проса (т/га) с показателями при разных технологических системах обработки почвы и посева

Показатели	Технологические системы				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
1. Количество осадков (мм), за период:					
- сентябрь-ноябрь	0,21	0,06	0,01	0,15	0,14
- сентябрь-август	0,56	0,49	0,47	0,50	0,45
- сентябрь-июль	0,50	0,44	0,41	0,45	0,42
- сентябрь-апрель	-0,00	-0,06	-0,14	-0,04	-0,08
- май	-0,11	-0,13	-0,11	-0,09	-0,16
- июнь	0,46	0,32	0,33	0,35	0,33
- июль	0,76**	0,83**	0,85**	0,78**	0,82**
- август	0,06	0,03	0,07	0,03	-0,03
- май-июнь	0,37	0,23	0,24	0,28	0,22
- июнь-июль	0,79**	0,76**	0,78**	0,75**	0,77**
- май-июль	0,79**	0,77**	0,79**	0,76**	0,76**
- май-август	0,80**	0,76**	0,80**	0,75**	0,72*
2. Температура (°C), за период:					
- сентябрь-ноябрь	0,03	0,07	0,05	0,07	0,09
- сентябрь-август	-0,49	-0,40	-0,42	-0,40	-0,40
- сентябрь-июль	-0,53	-0,50	-0,52	-0,51	-0,52
- сентябрь-апрель	-0,21	-0,22	-0,21	-0,18	-0,20
- май	0,14	0,22	0,12	0,20	0,21
- июнь	-0,44	-0,32	-0,32	-0,34	-0,34
- июль	-0,84**	-0,81**	-0,81**	-0,82**	-0,79**
- август	-0,16	-0,03	-0,05	-0,09	-0,05
- май-июнь	-0,21	-0,07	-0,14	-0,11	-0,10
- июнь-июль	-0,79**	-0,68*	-0,68*	-0,71*	-0,69*
- май-июль	-0,54	-0,42	-0,47	-0,45	-0,42
- май-август	-0,45	-0,32	-0,36	-0,36	-0,33
3. Относительная влажность воздуха (%), за период					
- май	0,45	0,43	0,43	0,48	0,41
- июнь	0,48	0,41	0,40	0,43	0,41
- июль	0,92**	0,90**	0,91**	0,90**	0,91**
- август	0,73*	0,66*	0,71*	0,66*	0,62*
- май-июнь	0,52	0,48	0,47	0,50	0,46
- июнь-июль	0,83**	0,78**	0,79**	0,79**	0,79**
- май-июль	0,81**	0,76**	0,77**	0,78**	0,76**
- май-август	0,83**	0,77**	0,79**	0,79**	0,77**

продолжение приложения 64

1	2	3	4	5	6
4. ГТК, за период					
- май	-0,22	-0,26	-0,22	-0,21	-0,27
- июнь	0,47	0,32	0,34	0,36	0,34
- июль	0,77**	0,84**	0,86**	0,79**	0,83**
- август	0,07	0,03	0,07	0,03	-0,02
- май-июнь	0,25	0,10	0,14	0,15	0,11
- июнь-июль	0,79**	0,76**	0,78**	0,75**	0,76**
- май-июль	0,77**	0,72*	0,76**	0,72*	0,72*
- май-август	0,69*	0,61*	0,68	0,63*	0,60*
5. Качество зерна					
- натура, г/л	0,54	0,51	0,53	0,65*	0,60*
- масса 1000 зерен, г	0,87**	0,84**	0,70*	0,70*	0,77**

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Приложение 65

Корреляционная взаимосвязь урожайности зерна яровой пшеницы
(просо) (т/га) с показателями при разных технологиях

Показатели	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
1. Количество осадков (мм) за период:					
- предшествующий с.-х. год	-0,07	-0,06	-0,07	-0,08	-0,05
- сентябрь-ноябрь	0,42	0,37	0,44	0,36	0,34
- сентябрь-июль	0,44	0,49	0,47	0,40	0,46
- сентябрь-апрель	0,28	0,35	0,35	0,27	0,30
- май	0,48	0,58	0,51	0,62*	0,60
- июнь	0,44	0,43	0,47	0,36	0,42
- июль	0,01	-0,02	-0,04	-0,05	-0,01
- май-июнь	0,68*	0,73*	0,72*	0,68*	0,72*
- май-июль	0,40	0,40	0,38	0,32	0,41
2. Температура (°С) за период:					
- предшествующий с.-х. год	0,04	0,05	0,04	-0,01	-0,06
- сентябрь-ноябрь	-0,30	-0,35	-0,34	-0,35	-0,31
- сентябрь-июль	-0,38	-0,37	-0,34	-0,39	-0,36
- сентябрь-апрель	-0,05	-0,04	-0,00	-0,08	-0,01
- май	-0,24	-0,25	-0,28	-0,22	-0,28
- июнь	-0,81**	-0,77**	-0,80**	-0,70*	-0,74*
- июль	-0,33	-0,40	-0,34	-0,43	-0,44
- май-июнь	-0,69*	-0,67*	-0,71*	-0,61*	-0,66*

продолжение приложения 65

1	2	3	4	5	6
- май-июль	-0,70*	-0,72	-0,72*	-0,68*	-0,73*
3. Относительная влажность воздуха (%), за период					
- май	0,50	0,59	0,50	0,57	0,59
- июнь	0,61*	0,67*	0,66*	0,63*	0,67*
- июль	0,36	0,35	0,34	0,31	0,37
- май-июнь	0,59	0,67*	0,62*	0,63*	0,66*
- май-июль	0,55	0,59	0,56	0,55	0,60*
4. ГТК, за период					
- май	0,38	0,46	0,43	0,47	0,49
- июнь	0,55	0,52	0,56	0,45	0,50
- июль	0,01	-0,01	-0,04	-0,04	-0,00
- май-июнь	0,70*	0,72*	0,74*	0,66*	0,72*
- май-июль	0,44	0,44	0,42	0,38	0,44
5. Агрофизические, -химические свойства почвы					
- общая кол-венная засорённость посевов сорняками, перед уборкой	-0,29	-0,35	-0,23	-0,36	-0,25
- кол-венная засорённость мног. сорняками, перед уборкой	-0,17	-0,27	-0,27	0,02	-0,37
6. Элементы структуры урожая:					
- коэффициент общей кустистости	0,63*	0,84**	0,85**	0,49	0,73*
- коэффициент продуктивной кустистости	0,62*	0,83**	0,84**	0,59	0,75**
- количество зёрен с колоса, шт.	0,59	0,72*	0,78**	0,75**	0,80**
- масса зерна с колоса, г	0,73*	0,78**	0,84**	0,83**	0,86**
- масса зерна с растения, г	0,88**	0,90**	0,96**	0,92**	0,94**
- высота растений, см	0,87**	0,91**	0,91**	0,89**	0,89**
- кол-во продуктивных стеблей, шт/м ²	0,70*	0,82**	0,88**	0,68*	0,86**
7. Качество зерна					
- натура зерна, г/л	0,05	0,00	0,08	0,03	0,01
- масса 1000 зерен, г	0,72*	0,66*	0,64*	0,61*	0,59
- содержание белка, %	-0,51	-0,39	-0,41	-0,54	-0,55

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Корреляционная взаимосвязь урожайности зерна яровой пшеницы
(кукуруза) (т/га) с показателями при разных технологиях

Показатели	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
1. Количество осадков (мм) за период:					
- предшествующий с.-х. год	-0,07	-0,02	-0,13	-0,12	-0,08
- сентябрь-ноябрь	0,62*	0,58	0,60*	0,58	0,57
- сентябрь-июль	0,51	0,54	0,54	0,54	0,55
- сентябрь-апрель	0,45	0,46	0,46	0,47	0,45
- май	0,35	0,37	0,41	0,45	0,40
- июнь	0,53	0,52	0,56	0,54	0,55
- июль	-0,09	-0,05	-0,07	-0,10	-0,05
- май-июнь	0,69*	0,69*	0,75**	0,76**	0,74**
- май-июль	0,33	0,36	0,38	0,36	0,39
2. Температура (°C) за период:					
- предшествующий с.-х. год	0,18	0,24	0,16	0,20	0,24
- сентябрь-ноябрь	-0,34	-0,38	-0,35	-0,40	-0,35
- сентябрь-июль	-0,30	-0,34	-0,36	-0,37	-0,40
- сентябрь-апрель	0,04	0,01	-0,02	-0,04	-0,04
- май	-0,27	-0,24	-0,24	-0,25	-0,24
- июнь	-0,79**	-0,83**	-0,81**	-0,78**	-0,80**
- июль	-0,40	-0,41	-0,39	-0,38	-0,46
- май-июнь	-0,70*	-0,70*	-0,69*	0,68*	-0,69*
- май-июль	-0,74*	-0,75**	-0,73*	0,72*	-0,76**
3. Относительная влажность воздуха (%), за период					
- май	0,45	0,51	0,50	0,56	0,51
- июнь	0,71*	0,74*	0,69*	0,69*	0,73*
- июль	0,37	0,39	0,38	0,35	0,40
- май-июнь	0,64*	0,68*	0,64*	0,66*	0,68*
- май-июль	0,58	0,61*	0,59	0,59	0,62*
4. ГТК					
- май	0,34	0,33	0,38	0,41	0,36
- июнь	0,60	0,59	0,64*	0,61*	0,63*
- июль	-0,09	-0,04	-0,07	-0,09	-0,04
- май-июнь	0,71*	0,70*	0,76**	0,75**	0,74**
- май-июль	0,37	0,40	0,42	0,40	0,43
5. Агрофизические, -химические свойства почвы					
- содержание NO ₃ , весной (0-30 см)	0,03	-0,07	-0,01	0,07	-0,03

продолжение приложения 66

1	2	3	4	5	6
- содержание P ₂ O ₅ , весной (0-30 см)	-0,08	0,03	0,13	0,04	0,01
- содержание K ₂ O, весной (0-30 см)	-0,13	-0,04	-0,03	0,16	-0,04
- общая кол-ая засорённость посевов сорняками перед уборкой	-0,05	-0,08	-0,16	-0,21	-0,18
- кол-ая засорённость мног. сорняками перед уборкой	0,14	-0,23	-0,69*	-0,45	-0,63*
6. Элементы структуры урожая:					
- коэффициент общей кустистости	0,60	0,80**	0,67*	0,75**	0,73*
- коэффициент продук. кустистости	0,65*	0,78**	0,72*	0,77**	0,66*
- количество зёрен с колоса, шт.	0,84**	0,83**	0,83**	0,83**	0,87**
- масса зерна с колоса, г	0,84**	0,86**	0,81**	0,82**	0,87**
- масса зерна с растения, г	0,87**	0,92**	0,87**	0,93**	0,92**
- высота растений, см	0,89**	0,91**	0,86**	0,89**	0,87**
- кол-во продуктив- ных стеблей, шт/м ²	0,68*	0,72*	0,83**	0,83**	0,72*
7. Качество зерна					
- натура зерна, г/л	0,25	0,18	0,14	0,11	0,07
- масса 1000 зерен, г	0,76**	0,68*	0,70*	0,64*	0,55
- содержание белка %	-0,72*	-0,43	-0,56	-0,55	-0,58

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Корреляционная взаимосвязь урожайности зерна ярового ячменя (т/га) с показателями при разных технологических системах обработки почвы и посева

Показатели	Технологические системы				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
1. Количество осадков (мм) за период:					
- сентябрь-ноябрь	0,93**	0,80	0,89*	0,79	0,88*
- сентябрь-июль	0,78	0,86*	0,85*	0,91*	0,85*
- сентябрь-апрель	0,65	0,71	0,65	0,66	0,68
- май	0,43	0,41	0,37	0,37	0,42
- июнь	0,87*	0,71	0,83*	0,78	0,84*
- июль	0,00	0,16	0,17	0,30	0,13
- май-июнь	0,85*	0,72	0,78	0,75	0,82*
- май-июль	0,57	0,64	0,68	0,78	0,67
2. Температура (°C) за период:					
- сентябрь-ноябрь	-0,84*	-0,92**	-0,87*	-0,91*	-0,89*
- сентябрь-июль	0,33	0,12	0,20	0,07	0,23
- сентябрь-апрель	0,87*	0,68	0,82*	0,74	0,84*
- май	-0,89*	-0,73	-0,83*	-0,77	-0,84*
- июнь	-0,83*	-0,83*	-0,89*	-0,88*	-0,87*
- июль	-0,45	-0,33	-0,53	-0,60	-0,54
- май-июнь	-0,98**	-0,89*	-0,98**	-0,94**	-0,98**
- май-июль	-0,92*	-0,80	-0,94**	-0,93**	-0,94
3. Относительная влажность воздуха (%), за период					
- май	0,48	0,48	0,52	0,61	0,56
- июнь	0,88*	0,90*	0,94**	0,97**	0,94**
- июль	0,49	0,51	0,61	0,70	0,59
- май-июнь	0,78	0,81*	0,85*	0,91*	0,86*
- май-июль	0,73	0,74	0,82*	0,90*	0,82*
4. ГТК					
- май	0,69	0,64	0,60	0,58	0,66
- июнь	0,92**	0,78	0,90*	0,84*	0,90*
- июль	0,00	0,16	0,17	0,30	0,13
- май-июнь	0,92*	0,81	0,85*	0,80	0,88*
- май-июль	0,64	0,70	0,74	0,83*	0,73
5. Агрофизические, -химические свойства почвы (весной)					
- плотность почвы, г/см ³ (0-30 см)	-0,12	0,33	0,27	-0,18	-0,27
-запасы продуктивной влаги в период всходов, мм (0-30 см)	0,97**	0,89*	0,33	0,38	0,93**

продолжение приложения 67

1	2	3	4	5	6
-..., (0-100 см)	0,87*	0,49	0,37	0,71	0,45
- содержание NO ₃ , мг/кг (0-30 см)	0,41	0,47	0,07	0,23	0,08
- содержание P ₂ O ₅ , мг/кг (0-30 см)	-0,27	-0,03	-0,66	-0,49	-0,65
- содержание K ₂ O, мг/кг (0-30 см)	0,36	0,08	-0,30	-0,23	-0,23
- содержание гумуса, % (после уборки)	0,23	0,07	-0,02	0,25	0,22
- общая кол-венная засорённость посевов сорняками (перед уборкой)	-0,14	0,01	-0,05	0,13	-0,02
- кол-венная засорён- ность мног. сорняками (перед уборкой)	-0,11	-0,45	-0,38	-0,33	-0,65
6. Элементы структуры урожая:					
- коэффициент общей кустистости	0,61	0,39	0,58	0,53	0,36
- коэффициент продуктивной кустистости	0,60	0,48	0,51	0,59	0,43
- количество зёрен с колоса, шт.	0,68	0,65	0,63	0,57	0,67
- масса зерна с колоса, г	0,94**	0,87*	0,93**	0,91*	0,91*
- масса зерна с растения, г	0,79	0,66	0,77	0,79	0,71
- высота растений, см	0,80	0,66	0,82*	0,63	0,62
- кол-во продуктив- ных стеблей, шт/м ²	0,99**	0,93**	0,98**	0,97**	0,97**
7. Качество зерна					
- натура зерна, г/л	0,26	0,08	0,23	0,38	0,40
- масса 1000 зерен, г	0,60	0,38	0,58	0,63	0,59
- содержание белка %	-0,76	-0,94**	-0,99**	-0,98**	-0,91*

Примечание: *значимо на 5% уровне; **значимо на 1% уровне.

Урожайность сельскохозяйственных культур в зернопаропропашном севообороте при интенсификации агротехнологий, т/га

Годы	Агротехнологии							НСР _{0,05}
	1	2	3	4	5	6	7	
Озимая мягкая пшеница								
2011	0,65	0,84	0,63	0,82	0,79	0,80	0,93	0,136
2012	2,42	2,49	2,38	2,57	2,42	2,43	2,48	0,305
2013	2,99	3,49	3,09	3,02	3,17	3,26	3,36	0,237
2014	3,28	4,02	3,33	3,46	3,75	3,81	3,92	0,232
Соя								
2011	0,93	1,42	1,21	1,35	1,35	1,39	1,24	0,249
2012	1,39	1,47	1,07	1,16	1,27	1,24	1,34	0,089
2013	1,08	1,36	0,79	0,85	0,95	0,97	0,94	0,150
2014	0,99	1,05	0,97	1,00	1,03	1,12	1,03	0,037
Яровая твёрдая пшеница								
2011	1,94	2,34	1,98	2,16	2,22	2,36	2,39	0,287
2012	0,92	1,87	0,58	0,71	0,68	1,79	1,77	0,097
2013	1,33	1,49	1,06	1,11	1,14	1,12	1,28	0,146
2014	2,33	2,71	2,16	2,33	2,49	2,58	2,66	0,215
Яровой ячмень								
2011	4,04	4,16	3,49	3,35	3,48	3,44	3,61	0,161
2012	2,05	2,25	1,85	1,87	2,88	2,97	3,01	0,172
2013	1,52	1,76	1,25	1,24	1,39	1,40	1,46	0,141
2014	3,16	3,44	2,91	3,05	3,16	3,33	3,46	0,225
Подсолнечник								
2011	1,40	1,54	1,48	1,51	1,56	1,58	1,54	0,104
2012	1,42	1,44	0,83	0,88	1,10	1,22	1,10	0,155
2013	2,41	2,82	2,28	2,57	2,72	2,90	2,71	0,334
2014	1,82	2,04	1,60	1,79	2,01	2,25	2,15	0,224

Экономическая эффективность в севообороте при разных
технологических системах обработки почвы и посева

Годы	Технологические системы				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Стоимость продукции, руб./га					
2000	2087,8	2047,1	1983,6	2044,7	2004,7
2001	3190,9	3274,1	2916,3	3166,3	3092,4
2002	2687,4	2500,4	2540,3	2318,2	2457,1
2003	8696,1	8968,1	9000,6	9036,7	9067,7
2004	5568,5	5670,9	5668,7	5710,1	5690,9
2005	4070,6	4245,7	3879,4	4091,4	4182,2
2006	2925,0	3545,0	3445,0	3510,0	3450,0
2007	4635,7	4864,3	4485,7	4428,6	4421,4
2008	5064,3	5628,6	5072,9	5312,9	4998,6
2009	5377,9	5327,9	5241,4	5385,7	5122,1
2010	2052,6	2014,9	1913,1	1689,1	1638,8
Среднее	4214,3	4377,0	4195,2	4244,9	4193,3
Производственные затраты, руб./га					
2000	1417,4	1352,3	1252,0	1345,2	1487,7
2001	1976,1	1734,9	1601,3	1710,0	1709,2
2002	2476,1	2234,9	2101,3	2210,0	2290,0
2003	3801,5	3546,0	3489,7	3490,1	3672,6
2004	4494,7	4094,6	3985,0	4047,7	4150,9
2005	3756,4	3143,3	2873,0	3073,1	3093,8
2006	3537,4	2966,0	2805,9	2920,1	2893,6
2007	3579,0	3349,0	3089,6	3283,2	3357,0
2008	4385,5	4561,1	4255,1	4448,3	4460,3
2009	4717,7	4524,2	4264,1	4426,3	4551,6
2010	4083,4	3348,0	3009,5	3281,5	3380,1
Среднее	3475,0	3168,6	2975,1	3112,3	3186,1
Условный чистый доход, руб./га					
2000	670,4	694,8	731,6	699,5	517,0
2001	1214,8	1539,2	1315	1456,3	1383,2
2002	211,3	265,5	439,0	108,2	167,1
2003	4894,6	5422,1	5510,9	5546,6	5394,4
2004	1073,8	1576,3	1683,7	1662,4	1540,0
2005	314,2	1102,4	1006,4	1018,3	1088,4
2006	-	579,0	639,1	589,9	556,4
2007	1057,6	1515,3	1396,1	1145,4	1064,4
2008	678,8	1067,5	817,8	864,6	538,3

продолжение приложения 69					
1	2	3	4	5	6
2009	660,2	803,7	977,3	959,4	570,5
2010	-	-	-	-	-
Среднее	739,3	1208,4	1220,1	1132,6	1007,2
Рентабельность, %					
2000	47,3	51,4	58,4	52,0	34,8
2001	61,5	88,7	82,1	85,2	80,9
2002	8,5	11,9	20,9	4,9	7,3
2003	128,8	152,9	157,9	158,9	146,9
2004	23,9	38,5	42,3	41,1	37,1
2005	8,4	35,1	35,0	33,1	25,2
2006	-	19,5	22,8	20,2	19,2
2007	29,5	45,2	45,2	34,9	31,7
2008	15,5	23,3	19,2	19,4	12,1
2009	14,0	17,8	22,9	21,7	12,5
2010	-	-	-	-	-
Среднее	21,3	38,1	41,0	36,4	31,6

Энергетическая эффективность в севообороте

Годы	Технологические системы обработки почвы и посева				
	1	2	3	4	5
Энергия, накопленная урожаем, руб./га					
2000	30,61	29,79	28,78	29,44	29,94
2001	26,01	26,57	22,71	25,34	25,30
2002	27,00	25,06	25,49	22,98	24,79
2003	32,62	32,80	33,82	33,19	34,01
2004	30,70	31,99	31,26	32,05	32,22
2005	24,41	25,49	22,37	23,06	24,78
2006	11,04	13,39	13,01	13,26	13,03
2007	12,27	12,88	11,88	11,72	11,70
2008	15,73	17,46	15,81	16,62	15,54
2009	16,27	16,30	15,86	16,42	15,66
2010	3,29	3,28	3,08	2,66	2,41
Среднее	20,90	21,36	20,37	20,61	20,85
Затраты совокупной энергии, руб./га					
2000	7,13	6,20	6,02	6,08	6,16
2001	6,07	5,23	4,98	5,09	5,19
2002	6,21	5,33	5,31	5,19	5,30
2003	6,27	5,43	5,42	5,33	5,45
2004	6,41	5,56	5,52	5,31	5,49
2005	6,91	5,94	5,36	5,64	5,84
2006	5,52	4,60	4,22	4,55	4,59
2007	6,53	5,46	5,42	5,36	5,43
2008	5,75	5,89	5,51	5,80	5,82
2009	6,99	6,79	6,40	6,68	6,79
2010	6,37	5,47	5,15	5,41	5,47
Среднее	6,38	5,63	5,39	5,49	5,59
Коэффициент энергетической эффективности, руб./га					
2000	4,29	4,80	4,78	4,84	4,86
2001	4,29	5,08	4,56	4,98	4,87
2002	4,35	4,70	4,80	4,43	4,68
2003	5,20	6,04	6,24	6,23	6,24
2004	4,79	5,75	5,66	6,04	5,87
2005	3,53	4,29	4,17	4,09	4,22
2006	2,00	2,91	3,08	2,91	2,84
2007	1,88	2,36	2,19	2,19	2,15
2008	2,74	2,96	2,87	2,87	2,67
2009	2,33	2,40	2,48	2,46	2,31
2010	0,52	0,60	0,60	0,49	0,44
Среднее	3,28	3,79	3,78	3,75	3,73